

El interrogante nuclear: situación, perspectivas e incertidumbres del anunciado “renacimiento nuclear” (DT)

Marcel Coderch Collell

Área: Economía y Comercio Internacional
Documento de Trabajo 32/2009
09/06/2009

El interrogante nuclear: situación, perspectivas e incertidumbres del anunciado “renacimiento nuclear” (DT)

Marcel Coderch Collell*

Resumen

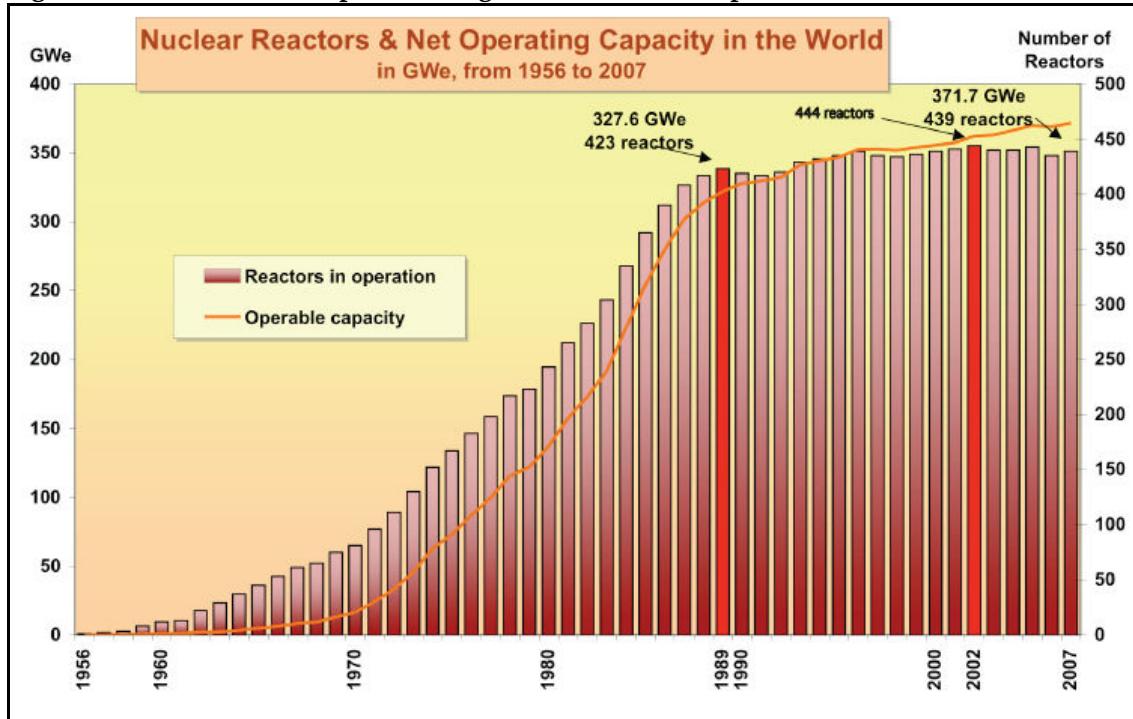
Después del fracaso económico y social de los años 70 y de no haber podido resolver satisfactoriamente en todos estos años sus múltiples problemas, la industria nuclear iba camino de una lenta pero inexorable agonía. Sin embargo, la necesidad de reducir las emisiones de CO₂, el previsible declive de la producción de combustibles fósiles y el continuo incremento de la dependencia energética de los países más avanzados han reavivado la opción nuclear, hasta el punto de convertirla en uno de los elementos centrales del debate energético mundial. En este debate, sin embargo, a menudo se soslayan las causas del abrupto fin de la primera era nuclear, pasando por alto que algunas de ellas siguen vigentes, y que por tanto podríamos asistir a una repetición de lo ocurrido décadas atrás. Si este anunciado renacimiento nuclear acabara por no materializarse a una escala significativa, podríamos encontrarnos de nuevo ante una errónea asignación de recursos económicos y energéticos que dificultaría enormemente la eventual consecución de un sistema energético robusto y sostenible. Por ello, ante las inciertas perspectivas que presenta el tan anunciado “renacimiento nuclear”, y puesto que todavía no hay urgencias que nos condicionen, en el caso español parece aconsejable seguir una estrategia de *wait and see*, al tiempo que vamos descarbonizando nuestro sistema energético y nos preparamos para la eventualidad de un estancamiento, o incluso un declive definitivo, de la opción nuclear a nivel global.

Evolución histórica del parque nuclear mundial y situación actual

La historia del primer ciclo de inversiones en generación eléctrica nuclear queda perfectamente reflejada en la Figura 1. Como puede observarse en dicha figura, después de un período de crecimiento sostenido entre 1960 y 1990, el número de reactores operativos y la correspondiente capacidad de generación dejaron de crecer abruptamente a comienzos de la década de los 90 y desde entonces han permanecido prácticamente constantes, con ligeros aumentos en la capacidad de generación por sustitución de reactores antiguos y mejoras en la eficiencia del parque instalado.

* Doctor ingeniero por el MIT, profesor honorífico de la UPC, miembro del Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de la Generalitat de Catalunya, secretario de la rama española de ASPO (Association for the Study of Peak Oil) y vicepresidente de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones.

Figura 1. Evolución de la capacidad de generación nuclear operativa mundial



Fuente: The World Nuclear Industry Status Report 2007.¹

A finales de 2007 estaban operativos 439 reactores (cinco menos que el máximo histórico alcanzado en 2002), con una potencia total de 371,7 GWe. La edad media del parque nuclear era de 23 años, aproximadamente la mitad de su vida útil de diseño. Entre los años 2004 y 2007 la potencia instalada nuclear aumentó en unos 2 GWe anuales –no por incremento del número de reactores, sino por mejoras de potencia de los ya instalados– lo cual, teniendo en cuenta que el incremento anual de generación eléctrica se estima en unos 135 GWe,² supone que la industria nuclear capta menos del 1,5% del crecimiento del mercado mundial. Ello implica que si no se reactivan pronto las nuevas construcciones, y a una escala significativa, la cuota de producción eléctrica nuclear, situada en los últimos años alrededor del 16%, irá descendiendo año tras año. De hecho, en 2007, y debido a la acumulación de incidentes, la producción eléctrica nuclear mundial disminuyó un 1,9% en términos absolutos³ y la española en un 8,3%.⁴ En la actualidad supone aproximadamente un 6% de la energía primaria comercial, y entre un 2% y un 3% de la energía final consumida, una cuota menor que la cubierta por las centrales hidroeléctricas.

¹ The World Nuclear Industry Status Report 2007, The Greens/European Free Alliance, enero de 2008 (<http://www.greens-efa.org/cms/topics/dokbin/206/206749.pdf>).

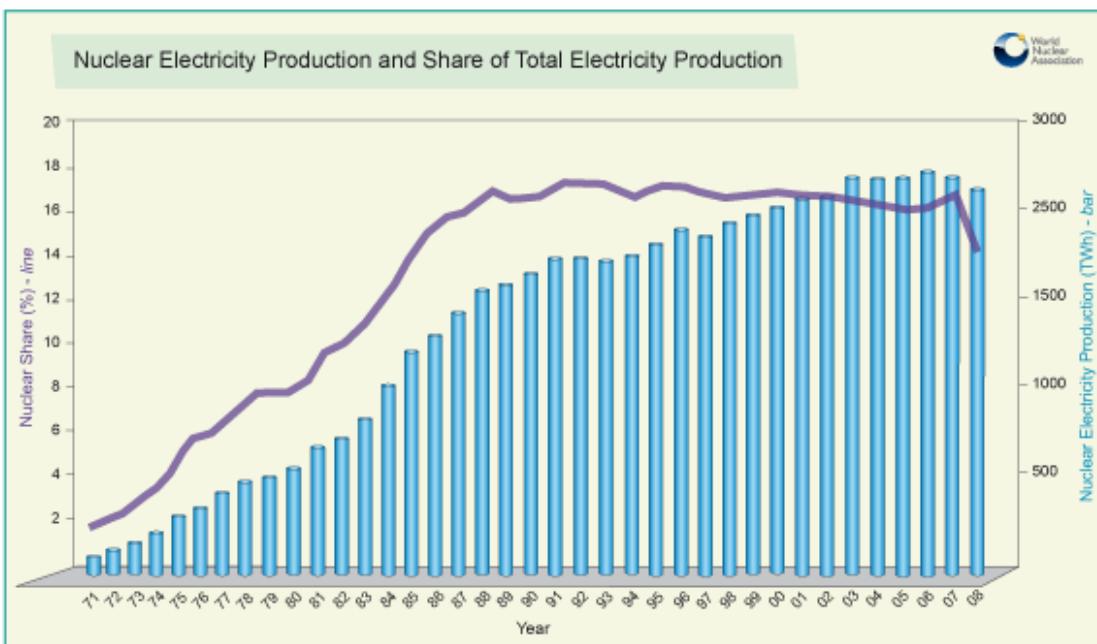
² World Energy Outlook 2006, Agencia Internacional de la Energía (<http://www.worldenergyoutlook.org/2006.asp>).

³ “Nuclear generation drops 1,9% in 2007”, World Nuclear News, 9/VI/2008 (<http://www.world-nuclear-news.org/>).

⁴ Resultados y Perspectivas Nucleares 2007, Foro Nuclear, junio de 2008 (http://www.foronuclear.org/pdf/Resultados_perspectivas_nucleares_2007.pdf).

Lo acontecido en los dos últimos años no cambia este panorama, ya que, si bien se han anunciado muchos planes para retomar las construcciones, no han entrado apenas nuevos reactores en operación. De hecho, el año pasado, y por primera vez en la historia nuclear, no se conectó ningún nuevo reactor a la red de forma que, a comienzos de 2009, se mantiene constante la potencia nuclear pero el número de reactores operativos ha disminuido en tres unidades.⁵ Como indica la Figura 2, la producción mundial de energía nuclear también disminuyó en términos absolutos en 2008⁶ y en los dos últimos años ha perdido dos puntos en el *mix* mundial: hoy supone el 14% de la electricidad producida y el 2,8% de la energía final consumida.

Figura 2. Producción mundial de electricidad nuclear



Fuente: World Nuclear Association.⁷

Con un parque envejecido que ha superado en media el ecuador de su vida de diseño, que apenas se incrementa en términos netos, y que por tanto es incapaz de dar respuesta al crecimiento de la demanda, es evidente que si no consigue cambiar radicalmente su situación, la industria nuclear va camino de la desaparición, lenta pero inexorablemente. A juzgar por el calendario de reactores en construcción, la disminución de la producción nuclear que empezó en el 2007 muy probablemente continúe por lo menos hasta 2015 y se acentuará si en este período se clausuran algunos reactores que hayan superado su vida útil de diseño. En la Figura 3 se muestra la proyección a futuro de la evolución del parque

⁵ World Nuclear Power Reactors 2007-2009, World Nuclear Association, febrero de 2009 (<http://www.world-nuclear.org/info/reactors.html>).

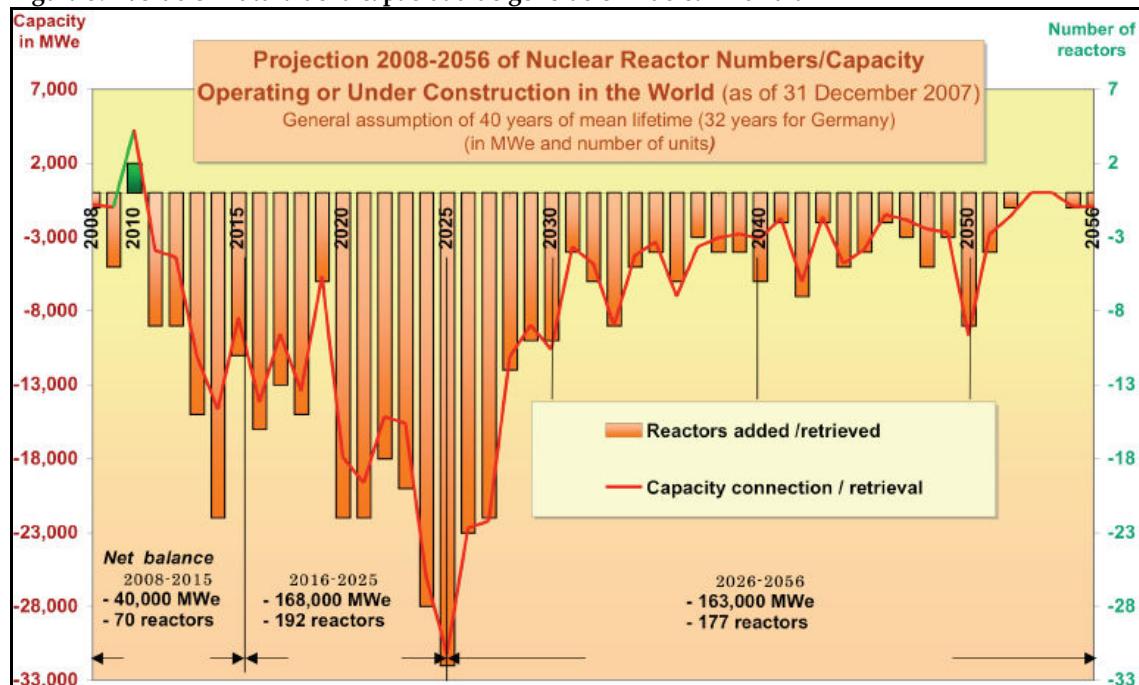
⁶ "Nuclear Dips in 2008", World Nuclear News, 29/V/2009, (http://www.world-nuclear-news.org/EE_Nuclear_dips_in_2008_2905091.html).

⁷ http://www.world-nuclear.org/uploadedImages/org/info/Nuclear_Electricity_Production.png.

nuclear mundial suponiendo una vida útil de 40 años para cada reactor e incluyendo los proyectos de construcciones en marcha en 2007.

Como puede observarse, antes de 2025 habría que clausurar y desmantelar bastante más de la mitad del parque nuclear actual, lo cual implica que, dados los plazos de licencia y construcción, o se inicia pronto un importante programa de construcciones o la energía nuclear va a quedar reducida a algo marginal y con unos tremendos pasivos correspondientes al desmantelamiento de las centrales y la gestión de los residuos acumulados.⁸ A la vista de este calendario, cabe la sospecha de que el alargamiento de las licencias de algunas centrales estadounidenses más allá de los 40 años responde más a la imposibilidad material de ir sustituyendo un parque nuclear que representa una cuarta parte del total mundial que a otras consideraciones.⁹

Figura 3. Evolución futura de la capacidad de generación nuclear mundial



Fuente: The World Nuclear Industry Status Report 2007.

⁸ La Nuclear Decommissioning Authority, creada en el Reino Unido para hacerse cargo de los pasivos de British Energy y de British Nuclear Fuels, estima en más de 100.000 millones de euros el coste de desmantelamiento de las centrales británicas y de las instalaciones de reciclaje de residuos, sin que este importe fuera provisionado con cargo a la electricidad generada desde que se inició la producción nuclear, por lo que el Estado ha tenido que hacerse cargo de este coste sin contrapartida alguna. Véase, por ejemplo: "£73bn to take nuclear plants out of service", David Hencke, *The Guardian*, 30/I/2008

(<http://www.guardian.co.uk/environment/2008/jan/30/nuclearpower.energy>).

⁹ Sin perspectivas claras de nuevas construcciones, las autoridades norteamericanas están concediendo prolongaciones de las licencias de operación hasta los 60 años, en una decisión bastante arriesgada. Habrá que ver qué inversiones requerirán estos reactores para mantener los niveles de seguridad y su nivel de disponibilidad en los próximos años. Un accidente en cualquiera de estos reactores supondría probablemente el fin de esta estrategia y podría conducir a la desaparición repentina de una parte muy importante del parque nuclear americano.

De ahí que la industria nuclear y algunos gobiernos occidentales hayan iniciado una intensa campaña de relaciones públicas¹⁰ para presentar la opción nuclear como un componente imprescindible de la solución al dilema energético-climático al que nos enfrentamos y que, según esas fuentes, justificaría otro ciclo inversor en centrales nucleares. Para la *World Nuclear Association* (WNA), por ejemplo, “el aumento de la demanda energética, la preocupación por el cambio climático y la dependencia internacional de los combustibles fósiles son factores que favorecen las nuevas construcciones nucleares. La combinación del incremento de los precios del gas y la restricción de las emisiones del carbón ponen de nuevo en la agenda europea y norteamericana proyectos de construcción de nueva capacidad nuclear”.¹¹

Incremento de la demanda energética, aumento de los precios de los combustibles fósiles, reducción de emisiones e independencia energética son los cuatro argumentos básicos que se repiten una y otra vez como justificación de la reapertura del debate nuclear y en favor de la reconsideración del parón nuclear que, de una forma u otra, sigue vigente en la mayoría de los países occidentales. Sin embargo, estas insistentes llamadas a retomar la senda nuclear pasan por alto dos cuestiones básicas. Olvidan, en primer lugar, las razones por las cuales abortó la primera era de construcciones nucleares, y no tienen en cuenta que aun en el supuesto de que estas razones estuvieran ahora superadas –que no lo están– un análisis cuantitativo y dinámico de las posibilidades reales de un renacimiento nuclear muestra que poco podría aportar a la solución de los problemas que se apuntan; problemas que, ciertamente, son graves y acuciantes, y que por ello requieren una óptima gestión de los recursos a nuestro alcance. Si se analiza con detenimiento la cuestión, no es tan evidente, como algunos quieren hacernos creer, que esta gestión óptima deba incluir, necesariamente, la opción nuclear. Para hacer este análisis conviene, en primer lugar, entender bien qué fue lo que produjo el marasmo nuclear en el que nos encontramos.

La primera era nuclear: del *too cheap to meter* al *too expensive to matter*

En la década posterior a la Segunda Guerra Mundial, y en el marco del programa estadounidense de Átomos para la Paz, se desencadenó una euforia mundial alrededor de la energía nuclear que en ocasiones se confundía con un fervor casi religioso. Todo el mundo parecía estar de acuerdo en que por fin la humanidad había conseguido desentrañar uno de los misterios de la naturaleza que iba a posibilitar un desarrollo sin límites. Los desiertos se convertirían en vergeles desalinizando el agua del mar, abriríamos nuevos canales de Panamá, electrificaríamos el mundo, desaparecería la pobreza de la faz de la Tierra, los viajes intergalácticos estarían a la orden del día, crearíamos soles y lluvias artificiales, y fabricaríamos alimentos a partir sólo de agua, aire y minerales. La energía nuclear, en suma, iba a ser garantía de progreso continuado y liberaría para siempre a la humanidad de la maldición bíblica. Incluso visto desde la

¹⁰ “The nuclear charm offensive”, Jonathan Leake, *New Statesman*, 23/V/2005, (<http://www.newstatesman.com/20050523004>).

¹¹ *The Nuclear Renaissance*, World Nuclear Association (<http://www.world-nuclear.org/info/inf104.html>).

distancia de décadas produce cierto sonrojo leer lo que entonces se esperaba de la energía nuclear,¹² pero conviene tenerlo presente cuando de nuevo se nos propone este tipo de energía como solución salvífica frente a los graves problemas de dimensión planetaria que ahora se nos presentan: el cambio climático y el declive de los combustibles fósiles.

El desarrollo de la energía nuclear civil nunca fue una decisión económica

En realidad, siempre hubo dudas sobre la rentabilidad económica de esta “compleja forma de hervir agua”, como la llamaba Einstein, y por tanto había que buscar otras motivaciones más allá de las estrictamente económicas. La propia *Atomic Energy Commission* (AEC) reconoció ante el Congreso norteamericano en 1948 que las perspectivas de rentabilidad de las aplicaciones civiles de la energía nuclear eran más que dudosas¹³ y así lo pensaba también C.G. Suits, vicepresidente de I+D de General Electric, cuando en 1950 advirtió que “la energía atómica es una forma excepcionalmente costosa e inconveniente de obtener energía... se trata de una energía cara, no de energía barata como hemos inducido al público a creer”.¹⁴ A pesar de ello, y de que no se realizara ningún estudio económico comparativo, en 1954, Lewis Strauss, el entonces presidente de la AEC, no dudó en afirmar que “no es aventurado esperar que nuestros hijos disfruten en sus casas de electricidad que sea tan barata que no merezca la pena facturarla”.¹⁵ Una expresión, *too cheap to meter*, que se hizo tristemente famosa porque los hechos posteriores la desmintieron con rotundidad.

Sin ninguna prueba que justificara afirmaciones como esta, ni tampoco el optimismo generalizado reinante, hubo que acudir a otro tipo de consideraciones. Así, David E. Lilienthal, el primer presidente de la AEC, escribió en sus memorias que en aquella época “no podía creer que Dios creara al hombre y le infundiera la capacidad de extraer la energía contenida en el corazón mismo de la materia para que sólo utilizara este conocimiento en la destrucción de este maravilloso mundo, que no es obra del hombre sino de Dios”.¹⁶ En esta frase se condensa la principal motivación de todo el desarrollo civil de la energía nuclear en Occidente: de alguna forma había que borrar el horror de Hiroshima y Nagasaki, máxime cuando la Guerra Fría iba a exigir un gran incremento de

¹² Véase, por ejemplo, *Atomic Energy in the Coming Era*, David Dietz, Dodd, Mead & Co., 1945, y, algo más moderado, *Atomic Energy in Cosmic & Human Life*, George Gamow, Cambridge University Press, 1947.

¹³ En su *Report to the US Congress*, No. 4, AEC, 1948, se reconocía que “el coste de una planta eléctrica nuclear será substancialmente superior al de una central de carbón de la misma potencia”.

¹⁴ “Power from the Atom – An Appraisal”, C.G. Suits, *Nucleonics*, vol. 8, nº 2, febrero de 1951. En este mismo artículo, C.G. Suits escribía que “no resulta arriesgado decir... que la energía atómica no es el medio por el cual el hombre se emancipará económicamente por vez primera, signifique esto lo que signifique; o que se quitará el yugo del trabajo físico, sea también eso lo que sea. En los laboratorios en los que se trabaja en este problema se oyen sonoras carcajadas cada vez que alguien, en un momento desafortunado, se refiere al átomo como la forma de superar la maldición bíblica. Ciertamente, no es así”.

¹⁵ Citado en *The Nuclear Power Deception: US Nuclear Mythology from 'too cheap to meter' to 'inherently safe'* Reactors, Arjun Makhijani y Scott Saleska, The Apex Press, 1999. Véase también, *Too Cheap to Meter?*, Canadian Nuclear Society, para ésta y otras citas similares (<http://www.ieer.org/pubs/index.html#npd> y <http://www.cns-snc.ca/media/toocheap/toocheap.html>).

¹⁶ *Change, Hope and the Bomb*, David E. Lilienthal, Princeton University Press, 1963.

la producción de armas nucleares. La única forma de conseguir que la aplicación militar pudiera proseguir sin demasiada oposición popular era difundiendo y promoviendo también las “enormes ventajas” de la energía nuclear para usos civiles. Ese y no otro es el origen de los programas de desarrollo de la energía nuclear para aplicaciones civiles; un origen que explica las dificultades económicas que le acompañaron desde su nacimiento: el desarrollo de la industria nuclear civil nunca fue el resultado de decisiones económicas empresariales sino consecuencia de una determinación política y militar.¹⁷

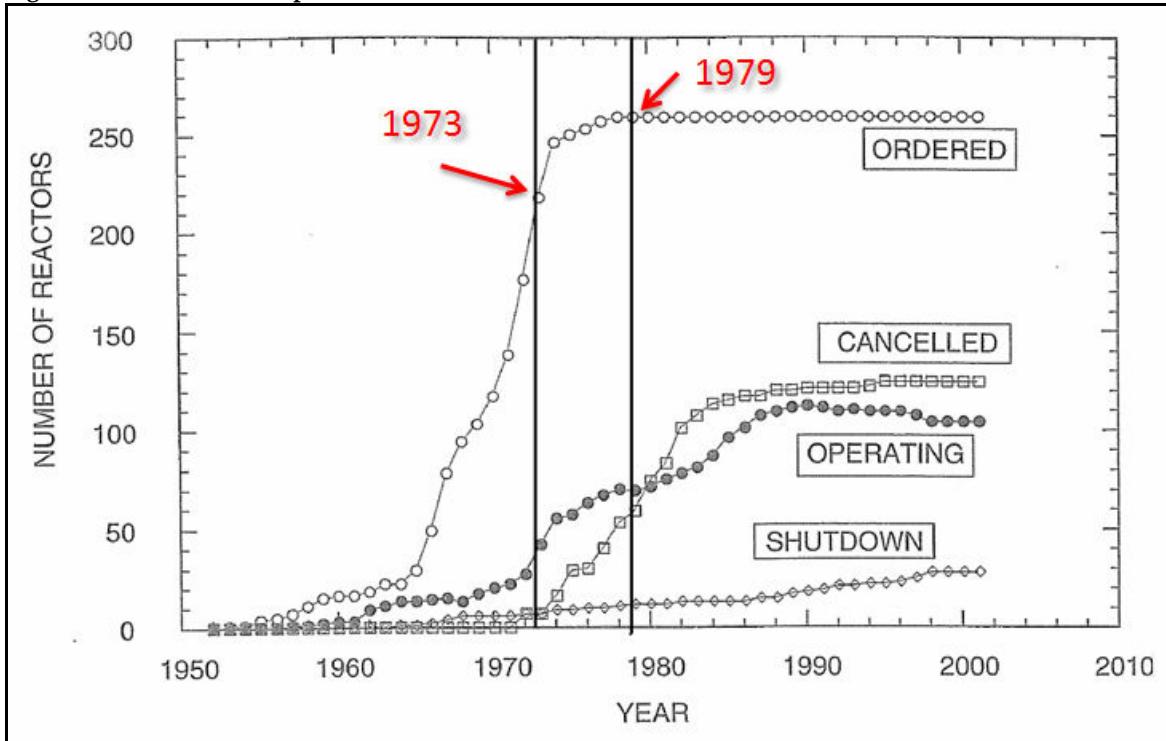
Las verdaderas razones del declive nuclear

No es el momento de pasar revista a lo que ocurrió en las décadas de 1960 a 1980,¹⁸ pero sí conviene entender qué se esconde detrás de la Figura 1 para deshacer algunos malentendidos. Es común explicar la evolución representada en esta figura como el resultado del incremento de los precios del petróleo que tuvo lugar en 1973 y que habría empujado la construcción de centrales nucleares; un empuje que se habría ralentizado después del accidente de Three Mile Island (TMI) en 1979, y definitivamente como consecuencia del accidente de Chernóbil de 1986. Esta interpretación pasa por alto, sin embargo, un detalle fundamental: que desde el momento en que se toma la decisión de construir una central nuclear hasta que ésta entra en operación transcurren unos 10 ó 12 años y que, por tanto, si queremos saber en qué momento se adoptaron las decisiones de construcción y cuándo se detuvieron, hay que desplazar hacia atrás el eje temporal algo más de una década. Lo que realmente ocurrió se observa mejor en la Figura 4, donde se representa la evolución acumulada de los pedidos de centrales nucleares en EEUU, incluyendo las cancelaciones de proyectos en marcha y las clausuras de centrales entre 1953 y 2001.

¹⁷ En este sentido, no deja de ser curioso que entre los defensores de la energía nuclear se cuenten también aquellos que se dicen partidarios acérrimos del libre mercado y de la no injerencia del Estado en los asuntos económicos. Ni en el pasado la energía nuclear hubiera tenido posibilidad alguna, ni ahora la tendría, sin la intervención estatal, ya sea en su desarrollo inicial, en la I+D que la mantiene al día, en la regulación de los mercados, en la provisión de subvenciones y garantías sobre las inversiones, en la limitación de la responsabilidad civil o en la externalización al sector público, y por tiempo inmemorial, de la responsabilidad de la gestión de los residuos que genera. Para posiciones genuinamente liberales y contrarias a la promoción de la energía nuclear véase: *No Corporate Welfare for Nuclear Power*, Jerry Taylor y Navin Nayak, Cato Institute, 2003, y *Hooked on Subsidies*, Peter Van Doren y Jerry Taylor, Forbes, 26/XI/2007 (http://www.cato.org/pub_display.php?pub_id=3134 y <http://www.forbes.com/columnists/forbes/2007/1126/034.html>).

¹⁸ Aquellos interesados en profundizar en este período pueden consultar *Light Water: How the Nuclear Dream Dissolved*, Irvin C. Bupp y Jean-Claude Derian, Basic Books, 1978, y *Nuclear Inc.: The Men and Money Behind Nuclear Energy*, Mark Hertsgaard, Pantheon Books, 1983.

Figura 4. Evolución de los pedidos de centrales nucleares en EEUU



Fuente: David Bodansky, *Nuclear Energy: Principles, Practices and Prospects*.¹⁹

Entre 1965 y 1974 tuvo lugar en EEUU un rápido incremento en el número de pedidos de reactores, pero todo cambió abruptamente a partir de 1974. Si entre 1971 y 1974 se cursaron pedidos para 129 reactores, entre 1974 y 1978 ya sólo se cursaron 13 nuevos pedidos y desde 1978 hasta el día de hoy no se ha cursado ningún otro pedido. Ninguna de las centrales contratadas después de 1973 fue terminada: entre 1974 y 1984 se cancelaron 124 reactores, más de los que acabaron en funcionamiento. Del total de 259 pedidos cursados y de los 177 permisos de construcción concedidos, sólo 132 entraron en operación y de éstos siguen hoy operativos 104. Fijémonos en que el accidente de TMI tuvo lugar en 1979 y que por tanto no pudo ser la causa de este abrupto cambio de tendencia.

Recordemos al respecto la sentencia dictada por la revista *Forbes* en 1985: "El fracaso del programa nuclear estadounidense es el peor desastre empresarial de la historia, un desastre de proporciones monumentales. Las compañías eléctricas llevan ya invertidos 125.000 millones de dólares y tendrán que invertir otros 140.000 antes de finalizar la década y sólo los ciegos o los interesados pueden pensar que se trata de dinero bien empleado. En realidad, se trata de una derrota para el consumidor norteamericano, para la competitividad de la industria, para las eléctricas que lo llevaron a cabo y para el sistema de empresa privada que lo hizo posible".²⁰

¹⁹ *Nuclear Energy: Principles, Practices and Prospects*, 2nd ed., David Bodansky, Springer, 2004.

²⁰ "Nuclear Follies", James Cook, *Forbes*, 14/II/1985.

Como apunta *Forbes*, las razones de este fracaso fueron casi exclusivamente económicas, y un factor muy importante fue la acusada caída del crecimiento de la demanda de electricidad consecuencia de la crisis de los 1970. Si entre 1953 y 1973 la demanda había crecido un 7% anual, en 1974 este crecimiento se detuvo en seco y cayó un 0,4%, como consecuencia del shock económico que produjo el brusco aumento de los precios del petróleo en 1973. A partir de 1974 se ralentizó el crecimiento económico, hubo un mayor énfasis en el ahorro energético y, en consecuencia, el crecimiento anual medio del consumo eléctrico entre 1975 y 2000 se redujo al 2,7%, lo cual situó a las eléctricas frente a un gran exceso de capacidad planificada y en construcción. Su primera respuesta fue paralizar los planes de expansión, pero no fue suficiente y tuvieron que cancelar numerosos proyectos en distintas fases de desarrollo. A estas circunstancias económicas adversas se sumó, en 1979, el accidente de TMI que provocó, primero, la paralización de todas las licencias y construcciones durante un año y, posteriormente, debido a la presión popular, un aumento de las medidas de seguridad que tuvieron un gran impacto en los costes y en los plazos de construcción, y por tanto en el ritmo de cancelaciones.

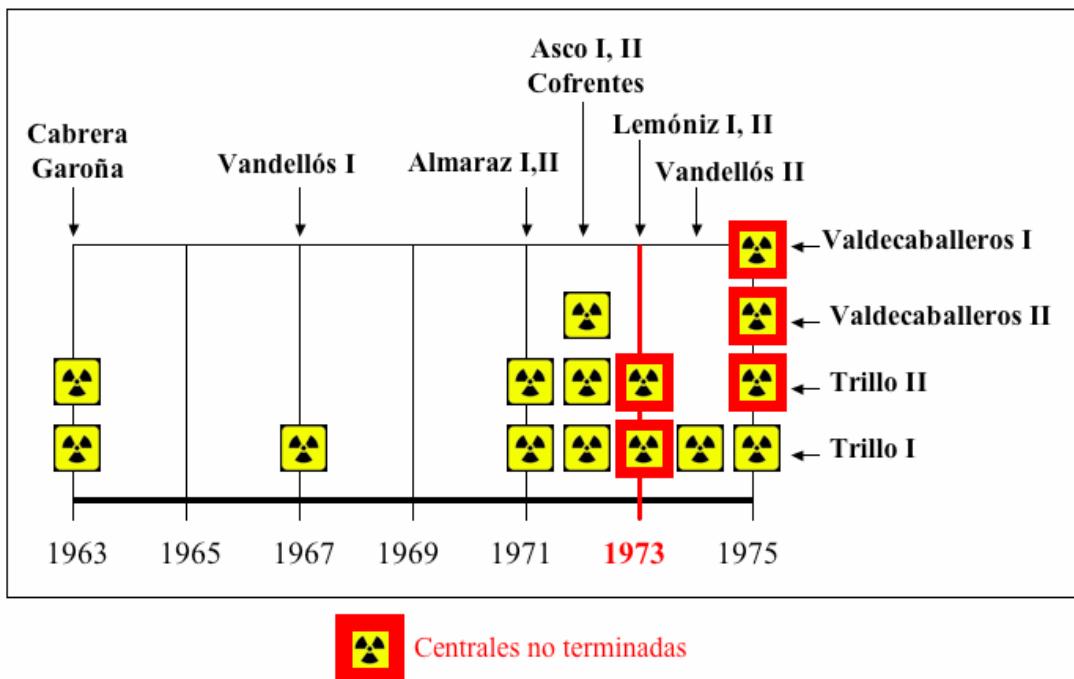
Además, la política monetaria que se adoptó para hacer frente a la recesión de 1973 supuso un notable incremento de las tasas de interés, añadiendo un factor más a una situación ya de por sí difícil que acabó por arruinar las finanzas de las compañías eléctricas y el programa nuclear estadounidense y de otros países.²¹ David Freeman, presidente en aquella época de la Tennessee Valley Authority (TVA), todavía recuerda que se vio obligado a cancelar ocho de los 17 reactores planificados por ser demasiado caros e innecesarios, y ahora que la TVA vuelve a plantearse la posibilidad de construir nuevos reactores se pregunta, “¿cómo es posible que la TVA no se acuerde de como quedó financieramente empantanada por la opción nuclear?”; y añade: “si hay un lugar en el mundo en el que fracasó la energía nuclear fue precisamente en el valle del Tennessee”.²²

Algo muy parecido ocurrió en España, como se muestra en la Figura 5, si tenemos en cuenta que el caso de Lemóniz estuvo muy condicionado por el terrorismo de ETA. En ausencia de éste, lo lógico hubiera sido que los dos reactores situados en la costa vasca – prácticamente terminados– hubieran entrado en operación en lugar de Vandellós II y Trillo I. Por tanto, en condiciones normales, tampoco ninguno de los reactores españoles cuya construcción se decidió después de 1973 hubiera entrado en operación, exactamente lo mismo que ocurrió en EEUU.

²¹ Mención aparte merece el programa nuclear francés que sí fue potenciado después de la crisis del petróleo de 1973.

²² “Former TVA chairman rips agency’s nuclear plans”, *Forbes*, 12/VI/2008. TVA es la mayor compañía eléctrica pública de EEUU y construyó el último reactor norteamericano que entró en producción en 1996. Fue también el reactor más caro: 6.200 millones de dólares. En los años 70 y 80 absorbió 10.000 millones de dólares en pérdidas por cancelación de varios proyectos. Al parecer las advertencias de David Freeman puede que no caigan en saco roto. Véase “Tennessee: New nuclear plants get more expensive”, Dave Flessner, *Chattanooga Times Free Press*, 11/VI/2008 (www.forbes.com/feeds/ap/2008/06/12/ap5111776.html) y <http://www.timesfreepress.com/news/2008/jun/11/new-nuclear-plants-get-more-expensive/?local>).

Figura 5. Evolución de los pedidos de centrales nucleares en España



Fuente: Marcel Coderch y Núria Almirón, *El Espejismo Nuclear*²³

La moratoria nuclear se decidió en España en 1983, afectando a cinco grupos nucleares que estaban en distintos grados de finalización, por razones idénticas a las que hemos apuntado en el caso estadounidense; agravadas, si cabe, por el hecho de que las eléctricas españolas se habían endeudado en dólares para financiar las construcciones nucleares y al incremento de los tipos de interés tuvieron que añadir una evolución desfavorable del tipo de cambio. Los créditos, sin embargo, estaban avalados por el Estado español y el primer gobierno de Felipe González optó por asumir estas inversiones y trasladar a la tarifa eléctrica futura el pago durante 25 años de las inversiones nucleares fallidas (729.000 millones de pesetas de 1995); inversiones que estaban incluidas en los Planes Eléctricos Nacionales aprobados por los sucesivos gobiernos de la Transición. A este respecto, las palabras del ex-ministro de Industria Juan Manuel Eguiagaray son suficientemente elocuentes:

"Es conocido que en pleno proceso de transición democrática el sector público tuvo que rescatar financieramente a las empresas eléctricas del país, que se habían embarcado en un proceso de inversión faraónico, derivado de una planificación delirante, en absoluta contradicción con las necesidades constatadas de la demanda eléctrica en España. La preferencia por la energía nuclear contenida en aquellos planes puso en marcha la construcción de más grupos nucleares de los razonablemente necesarios, lo que llevó, por

²³ *El Espejismo Nuclear: Por qué la energía nuclear no es la solución sino parte del problema*, Marcel Coderch y Núria Almirón, Los Libros del Lince, 2008.

razones mucho más financieras que de cualquier otro tipo, a la llamada moratoria nuclear a partir de 1982. Los costes de la paralización de proyectos de construcción en curso, así como el saneamiento financiero de las empresas, recayeron sobre los consumidores durante largos años, mediante recargos pagados en el recibo de la luz".²⁴

En sentido estricto nunca ha habido en España una prohibición de construir nuevas centrales nucleares, más allá de la moratoria nuclear establecida para los cinco grupos de Lemóniz I y II, Valdecaballeros I y II y Trillo II. La vigente Ley 54/1997 del Sector Eléctrico así lo ratificó, eliminando cualquier duda al respecto cuando dice que "en la generación eléctrica, se reconoce el derecho a la libre instalación y se organiza su funcionamiento bajo el principio de la libre competencia". Por tanto, no hay en España prohibición ni moratoria nuclear alguna, por lo menos desde 1997.

En cualquier caso, la energía nuclear fracasó económicamente a nivel global a mediados de los años 70 y además se vio adversamente afectada por los accidentes de TMI de 1979 y de Chernóbil de 1986. Estos accidentes vinieron a dar la razón a aquellos que ya la criticaban desde sus comienzos por su peligrosidad operativa y contribuyeron a que en la opinión pública todavía hoy predominen aquellos que son contrarios a su reactivación.²⁵ En cierto sentido, la historia de la energía nuclear en las cuatro últimas décadas puede resumirse en que pasó de ser *too cheap to meter* a convertirse en *too expensive to matter* (demasiado cara para ser relevante), y en demasiado impopular para insistir en ella.

El futuro global de la energía nuclear: el informe del MIT

Transcurridos bastantes años, y después de sucesivos intentos fallidos por parte de varias Administraciones anteriores, en el año 2002 la Administración Bush decidió promover de nuevo la opción nuclear en el contexto de su recién estrenada Política Energética Nacional.²⁶ Se empezaba ya entonces a entrever la necesidad de reducir drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero y en el 2003 el Instituto Tecnológico de

²⁴ "Reflexiones sobre la incertidumbre energética", Juan Manuel Eguiagaray, *Cuadernos de la Energía*, nº 21, junio de 2008, Club Español de la Energía (<http://www.enerclub.es/es/frontNotebookAction.do?action=viewCategory&id=40&publicationID=1000047100>).

También Carlos Solchaga, ministro de Industria del primer gobierno de Felipe González, dice que "el 6 de mayo de 1983, el gobierno del PSOE firmó el Protocolo de Acuerdo de las Empresas Eléctricas... y se decidió que el 50% de aumento en las tarifas se habría de dedicar al saneamiento financiero del sector que, sencillamente, estaba quebrado", *El Siglo*, 25/IX/2005.

²⁵ Véase, por ejemplo, *Attitudes Toward Energy*, Eurobarometer 2006, Comisión Europea (http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_247_en.pdf). Encuestas más recientes parecen indicar, sin embargo, que en algunos países, estas actitudes negativas estarían en retroceso, seguramente debido a la persistente presión mediática de los últimos años. Curiosamente, sin embargo, en Finlandia, donde primero se produjo este cambio en la opinión pública, encuestas recientes apuntan a que los partidarios de no construir nuevos reactores vuelven a ser ahora mayoría, un 53%, frente al 34% que sí apoyaría la construcción de nuevas centrales (http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_in_Finland).

²⁶ *National Energy Policy: Report of the National Policy Development Group*, mayo de 2001 (<http://nuclear.gov/pdfFiles/nationalEnergyPolicy.pdf>).

Massachusetts (MIT) reunió a un selecto grupo de académicos de disciplinas diversas para analizar el futuro de la energía nuclear y las posibilidades que podía tener esta opción en el portafolio futuro de tecnologías de generación eléctrica. El informe, que a día de hoy sigue siendo el intento más serio y concienzudo de analizar cuantitativa y cualitativamente las posibilidades de futuro de la energía nuclear,²⁷ parte de la premisa de que la energía nuclear podría ser una opción para reducir las emisiones, pero que “en las condiciones actuales es improbable que lo sea porque está estancada y se enfrenta al declive”. Por ello, el estudio analiza qué supuestos habrían de darse para que pudiéramos conservar la energía nuclear como una opción de futuro significativa para reducir las emisiones, al tiempo que contribuyera a satisfacer la creciente demanda de electricidad.

La principal conclusión a la que llegan los expertos del MIT es que para preservar la opción nuclear para el futuro es necesario resolver los cuatro problemas críticos que arrastra desde sus comienzos: coste, seguridad, residuos y proliferación; a los cuales cabría añadir también el de la percepción social. Estos problemas se acentuarían, además, si tenemos en cuenta que para satisfacer la demanda mundial habría que construir reactores en muchos países hoy no nuclearizados y en vías de desarrollo. La superación de estos problemas, sin embargo, exige un esfuerzo técnico, político y económico de tal magnitud que “sólo estaría justificado si la energía nuclear pudiera contribuir significativamente a la reducción de las emisiones, lo cual implica una importante expansión del parque nuclear mundial. Preservar la opción nuclear significa planificar su crecimiento, y trabajar para un futuro en el que la energía nuclear sea una fuente energética competitiva, más segura y menos arriesgada”, afirman. Por todo ello, “desde el punto de vista de políticas públicas, los únicos escenarios que merecen ser considerados son o un despliegue a gran escala, o el abandono de la energía nuclear a lo largo de la primera mitad de siglo”. De hecho, en su opinión, “plantear pequeños incrementos de capacidad nuclear justificándolos por el ahorro de emisiones es capcioso”.

En consecuencia, los autores analizan un escenario global de crecimiento que triplicaría el parque nuclear de aquí al año 2050 (entre 1.000 y 1.500 GWe).²⁸ Según el estudio, este despliegue ahorraría entre 800 y 1.800 millones de toneladas anuales de emisiones de carbono, lo cual representa entre el 15% y el 25% del incremento de las emisiones del escenario *business-as-usual* a 2050, según substituyeran a centrales de gas o de carbón, o entre el 8% y el 12% de las emisiones totales a 2050. El estudio no analiza otras opciones de reducción de emisiones y por ello sus autores advierten que no pueden “llegar a conclusiones acerca de las prioridades relativas entre diversas opciones de reducción de

²⁷ *The Future of Nuclear Power: An interdisciplinary MIT study*, MIT, 2003 (<http://web.mit.edu/nuclearpower/>).

²⁸ Un escenario similar al que tanto Gordon Brown como John McCain se han referido recientemente, y también la Agencia Internacional de la Energía en su *Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios & Strategies to 2050* (<http://www.independent.co.uk/news/uk/home-news/brown-says-world-needs-1000-extra-nuclear-power-stations-846238.html>, <http://www.johnmccain.com/informing/news/Speeches/13bc1d97-4ca5-49dd-9805-1297872571ed.htm> y <http://www.iea.org/Textbase/techno/etp/index.asp>).

emisiones”, aunque consideran que sería un error excluir *a priori* cualquiera de las opciones sin hacer el correspondiente análisis coste-beneficio.

En lo referente a costes, el estudio concluye que en mercados con generación eléctrica liberalizada la energía nuclear no es competitiva con el gas y el carbón. Sin embargo, si se redujera la inversión necesaria por debajo de los 1.500 dólares/kW,²⁹ si se acortara el período de construcción a cuatro años y se rebajaran en un 25% los costes variables de operación y mantenimiento, si se igualara el coste de capital con el de otras opciones y si se penalizaran las emisiones de CO₂, la energía nuclear podría tener ventajas de coste.

En cuanto a la seguridad operativa, el estudio considera que habría que mantener una tasa de accidentes graves –con daños en el núcleo– por debajo de un accidente cada 50 años. Ello implica, dado el incremento postulado del parque nuclear, que hay que dividir por 10 la tasa de accidentes de los diseños actuales, lo cual es considerado plausible por los autores en base a lo que la industria manifiesta acerca de sus nuevos diseños. Otro prerequisito que consideran fundamental es el de encontrar una solución a la proliferación, ya que consideran que “el régimen internacional actual es inadecuado para afrontar los retos de seguridad que plantearía el escenario de crecimiento propuesto.” A estos efectos, señalan que “los conflictos entre los principios sobre los que descansa el Tratado de No Proliferación Nuclear (TNP) y los deseos de otros países [como Rusia o EEUU por un lado, e Irán por otro], podrían incrementarse en un escenario de difusión de la tecnología nuclear”. El objetivo debería ser “minimizar los riesgos de proliferación en todo el ciclo de combustible nuclear”. Por ésta y también por otras razones de índole económica, proponen el ciclo abierto de combustible, sin reprocesamiento, suponiendo que no habría problemas de abastecimiento de uranio natural para toda la vida útil del parque contemplado (algo que otros estudios ponen en duda).³⁰

Finalmente, la cuestión que los autores consideran “uno de los problemas más difíciles a los que se enfrenta la industria nuclear”: los residuos, ya que “más de 40 años después de que entrara en funcionamiento la primera central nuclear comercial, ningún país ha conseguido deshacerse de sus residuos de alta actividad”. En su opinión, el

²⁹ En dólares de 2003 y para el llamado coste *overnight*. Es decir, sin tener en cuenta los costes financieros durante el período de construcción ni otros costes conexos.

³⁰ Este es quizás el talón de Aquiles del escenario contemplado por el MIT, ya que las estimaciones de las reservas de uranio razonablemente localizadas y a un coste compatible con las demás hipótesis quedan bastante por debajo de las necesidades de un parque de 1.500 reactores funcionando durante 50 años. De hecho, el propio proyecto de la IV Generación parte del supuesto de que estas reservas no serán suficientes, siquiera para un crecimiento vegetativo del parque actual. Puestos en contacto con los redactores del informe solicitando información adicional sobre este extremo, la respuesta fue que “desafortunadamente no podemos ir más allá de lo que se dice en el estudio, pero estamos convencidos de que hay suficientes reservas de uranio”. El reciente *Uranium 2007: Resources, Production and Demand* de la NEA/IAEA cifra en 5,5 millones de toneladas el uranio localizado y extraíble a menos de 59 dólares/lb, y otros 10,5 millones de toneladas de recursos hipotéticos y especulativos sin estimación de costes. El programa propuesto por el MIT requeriría unos 10 millones de toneladas de uranio hasta 2050 y los cálculos económicos se hicieron suponiendo un precio del uranio de 30 dólares/lb.

almacenamiento geológico profundo es viable técnicamente para asegurar que en los alrededores del depósito la radiación sea inferior a los 15 milirems/año durante los 10.000 años posteriores al almacenamiento final. Sin embargo, señalan que la ejecución de un proyecto así no ha sido demostrada ni puede darse por segura.³¹ En cuanto a la posibilidad de separar y transmutar los residuos, los autores dicen no creer que "pueda plantearse un caso convincente basado sólo en consideraciones de tratamiento de residuos que demuestre que los ciclos avanzados de combustible que separan y transmutan los residuos compensarían sus riesgos y costes". Proponen estudiar la tecnología de perforaciones profundas que puede ofrecer la posibilidad de mejorar los almacenes geológicos a un coste menor y plazos más cortos que los esquemas de partición y transmutación.

Los autores del referido informe han preparado una actualización del mismo a 2008 que en breve publicarán. Según Ernest Moriz, uno de los autores, las conclusiones básicas no han variado, pero el escenario de crecimiento que contemplaban en 2003 se ve hoy menos probable que cinco años atrás. Principalmente por el gran incremento de los costes estimados para nuevas construcciones, que han más que duplicado la inversión que estimaban en su escenario base, de 1.500 dólares/kW a 4.000 dólares/kW; lo cual, añadido a un incremento de los costes financieros por períodos de construcción más dilatados, ha empeorado la situación competitiva de la electricidad nuclear en relación a otras opciones.³²

La energía nuclear y el marco regulatorio

Tengan o no razón los expertos del MIT en sus estimaciones, y sean o no viables las soluciones que consideran plausibles, no parece probable que se dé un despliegue nuclear de la dimensión propuesta sin el liderazgo norteamericano y la participación de los países europeos, y sin que se inicien programas nucleares en muchos países emergentes y en vías de desarrollo. Es por ello que lo que ocurra en EEUU y en países como el Reino Unido y Alemania es fundamental. Sólo estos países, que junto a Rusia, Francia, Japón, Corea del Sur y China copan actualmente más del 80% del parque nuclear mundial, tienen tamaño y recursos para justificar las inversiones que requiere la mejora de la tecnología nuclear actual. Pero una expansión nuclear de esta magnitud tendría, en estos

³¹ El despliegue nuclear que proponen requeriría la construcción de un almacén similar al proyectado en Yucca Mountain (70.000 toneladas de combustible gastado) cada tres o cuatro años en algún lugar del mundo. Yucca Mountain lleva más de veinte años de estudios que han costado 10.000 millones de dólares y según los planes originales debía estar operativo en 1998, pero la última fecha prevista es 2017. Sin embargo, no parece ya que nunca vaya a estar operativo ya que el Congreso norteamericano redujo su presupuesto para 2008 en un 21% y la Administración Obama ha decidido no iniciar la construcción. En cualquier caso, si se construyera con la capacidad prevista no podría siquiera acoger los residuos ya generados a día de hoy en los EEUU y que están pendientes de almacenamiento al lado de los reactores que los han producido.

³² Información facilitada por el Dr Moriz en el seminario *Energy challenges: New American perspectives* en el que intervinieron los Dres. Ernest J. Moniz (director de MIT Energy Initiative) y Peter Fox-Penner (*Principal & Chairman Emeritus*, The Brattle Group), y que tuvo lugar en la sede de la Comisión Nacional de la Energía en Madrid el 5 de mayo de 2009.

países, importantes implicaciones para la estructura de la propia industria nuclear y de la de sus clientes, las empresas eléctricas.

Dado que la energía nuclear tiene importantes repercusiones públicas en áreas como seguridad, gestión de residuos, emplazamientos, proliferación, etc., los gobiernos tienen una responsabilidad especial a la hora de cerciorarse de que la estructura industrial que en su caso se desarrolle asegure la solución de esta problemática. La intersección de estos asuntos públicos con el funcionamiento de un mercado liberalizado no resulta fácil y no puede resolverse, como en otras industrias, con una regulación somera.³³ Esta tensión entre la responsabilidad pública y la operativa del mercado siempre ha estado presente en el sector nuclear. En EEUU la premisa ha sido que cualquier compañía eléctrica privada ha de ser capaz de adquirir y operar una central nuclear, y que debe permitírselle que así lo haga, bajo determinados controles gubernamentales. Otros países como Japón y Alemania siguieron la misma filosofía, mientras que en Rusia y China la energía nuclear ha sido patrimonio del Estado, como lo ha sido también en Francia, donde prácticamente todas las centrales nucleares son propiedad de EDF, una compañía de titularidad y gestión mayoritariamente estatal.

De una forma u otra, todas las centrales nucleares hoy en funcionamiento fueron construidas por monopolios estatales, o por compañías eléctricas verticalmente integradas operando en un entorno regulado que les garantizaba el retorno de sus inversiones, aunque en EEUU y en el Reino Unido algunas fueran después vendidas a terceros con enormes pérdidas y operen ahora en un mercado parcialmente liberalizado. En el caso español, la transición de un mercado regulado con mecanismos de tarifas ajustadas según la filosofía *cost-plus* a un mercado de generación liberalizado dio lugar a los llamados Costes de Transición a la Competencia (CTC), más de la mitad de los cuales (más de 6.000 millones de euros) se asignaron a las centrales nucleares, lo cual podría explicar que ahora estén ya totalmente amortizadas y sean por ello muy rentables para sus propietarios.³⁴

En el marco regulatorio tradicional, por tanto, muchos de los riesgos asociados a los costes de construcción, al rendimiento operativo de las centrales, a las oscilaciones del precio del combustible y otros factores fueron asumidos por los consumidores y no por las eléctricas, ya que se compensaba vía tarifa cualquier desviación. En el actual marco europeo de liberalización, sin embargo, la Directiva 2003/54 considera necesario fomentar y mantener la competencia en el mercado de generación y, como bien señala Claudio

³³ De hecho, sólo en mercados escasamente liberalizados, como China, Francia, Rusia o Corea hay planes concretos de construcciones nucleares. Areva y EDF, ambas propiedad del Estado francés, son casi las únicas empresas occidentales que apuestan decididamente por invertir para retomar las construcciones, ya sea en su país o en otros mercados.

³⁴ *El Libro Blanco sobre la Reforma del Marco Regulatorio de la Generación Eléctrica en España*, José Ignacio Pérez Arriaga, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, junio de 2005, capítulo 6 y pp. 448 y ss. (<http://www.mityc.es/energia/es-ES/Servicios1/Destacados/LibroBlanco.pdf>).

Aranzadi,³⁵ son por ello las empresas eléctricas las que tienen que “decidir si invierten o no en nuevas centrales nucleares en función de la rentabilidad esperada de la inversión y de las restricciones establecidas por la normativa específica”. Lógicamente, añade, “tanto los riesgos de mercado como los de inversión (plazos y costes) deberían ser soportados por las propias empresas”, coincidiendo con lo que afirma también el informe del MIT.

Ahora bien, ¿estamos ante un entorno y unas perspectivas económicas que permitan pensar que se dan las condiciones para un renacimiento nuclear a cargo del sector privado, como el que lleva varios años anunciándose, y como el que analiza el informe del MIT, o bien pudiera darse una repetición, quizás acelerada, de lo que aconteció en la década de 1970?

El panorama estadounidense: planes atascados

Como hemos dicho, si tiene que haber renacimiento nuclear serán los países occidentales más nuclearizados los que deban tomar la iniciativa y, entre ellos, de forma destacada, EEUU, como poseedores del 25% de todo el parque nuclear mundial. La Administración de George W. Bush lanzó en el 2002 el programa *Nuclear Power 2010*³⁶ como parte de la referida Política Energética Nacional, con objeto de reactivar las construcciones nucleares en EEUU. El programa cristalizó en la constitución de tres consorcios empresariales que recibieron subvenciones para identificar posibles emplazamientos, evaluar nuevos diseños de reactores, estudiar los aspectos económicos de las nuevas construcciones y, sobre todo, para ensayar los nuevos procesos de licencia y regulación que la *Nuclear Regulatory Commission* (NRC) tenía previsto poner en marcha. El objetivo declarado era tener una central de nueva construcción operando antes de finalizar la década, lo cual requería que se cursara el pedido del reactor alrededor de 2003. Los planes, sin embargo, no surtieron efecto y la Administración Bush se vio obligada a ampliar las ayudas a la industria nuclear para intentar que alguna empresa diera el primer paso, y lo hizo con la *Energy Policy Act* de 2005 (EPA 2005), que recogió muchas de las recomendaciones de los expertos del MIT.³⁷

La Energy Policy Act de 2005

La EPA 2005 incluye un conjunto de medidas destinadas a incentivar la construcción de hasta seis primeros reactores de una nueva generación, mediante una combinación de incentivos fiscales, subvenciones y avales estatales. Concretamente, y para la energía nuclear, la EPA 2005 incluye la extensión de la *Price-Anderson Act* que limita la responsabilidad civil de las centrales nucleares por otros 20 años; autoriza la compensación de hasta 2.000 millones de dólares por sobrecostes debidos a retrasos

³⁵ “Ni freno ni acelerador a la energía nuclear”, Claudio Aranzadi, *El País*, 12/VI/2008 (http://www.elpais.com/articulo/opinion/freno/accelerador/energia/nuclear/elpepiopi/20080612elpepiopi_12/Tes).

³⁶ A Roadmap to Deploy New Nuclear Power Plants in the United States by 2010, DOE, octubre de 2001 (<http://nuclear.gov/np2010/neNP2010a.html>).

³⁷ Energy Policy Act 2005, Congreso de EEUU (http://www.epa.gov/oust/fedlaws/publ_109-058.pdf).

imputables a litigios con la NRC; asigna una prima de 1,8 centavos/kWh durante ocho años con un límite de 125 millones de dólares anuales por reactor para los 6.000 primeros MWe de nueva generación nuclear; establece un régimen de avales estatales que cubren hasta el 80% de la inversión, por un importe total que habrá de ir aprobando el Congreso estadounidense (18.500 millones de dólares autorizados hasta el momento); autoriza la financiación de un reactor de demostración para la producción simultánea de electricidad e hidrógeno por un importe de 1.250 millones de dólares; y mejora el tratamiento fiscal de los gastos de desmantelamiento de centrales estimado en un ahorro para las eléctricas nucleares de unos 1.300 millones de dólares; amén de una serie de medidas menores que se espera faciliten el futuro despliegue nuclear.³⁸ Todo ello destinado a “arrancar”³⁹ el proceso de construcciones o, como dice John Kane del *Nuclear Energy Institute* (NEI), para ayudar a “dar el empujoncito que se necesita para saltar la primera valla”.⁴⁰

A pesar de ello, y transcurridos ya cuatro años desde la entrada en vigor de la EPA 2005, ninguna empresa norteamericana ha tomado todavía la decisión de construir una nueva central nuclear y algunas de ellas han cancelado sus planes al respecto. Parece que este paquete de incentivos es todavía insuficiente, siquiera para animar a unas pocas construcciones. Por el momento, unas 17 empresas o consorcios han manifestado su posible interés en construir hasta treinta reactores pero ninguna de ellas ha llegado hasta obtener una licencia de construcción ni ha tomado la decisión firme de construir.⁴¹ Quizá por eso la *Energy Information Administration* (EIA) del Departamento de Energía (DOE) estadounidense no prevé más que 17 nuevos reactores antes de 2030, menos de una central por año, con un incremento neto de generación nuclear de sólo 13 GWe, como muestra la Figura 6.⁴²

³⁸ 2005 Energy Act: The Impacts on Nuclear Power, ICF International, 2005 (<http://www.icfi.com/Markets/Energy/Energy-Act/nuclear-power.pdf>).

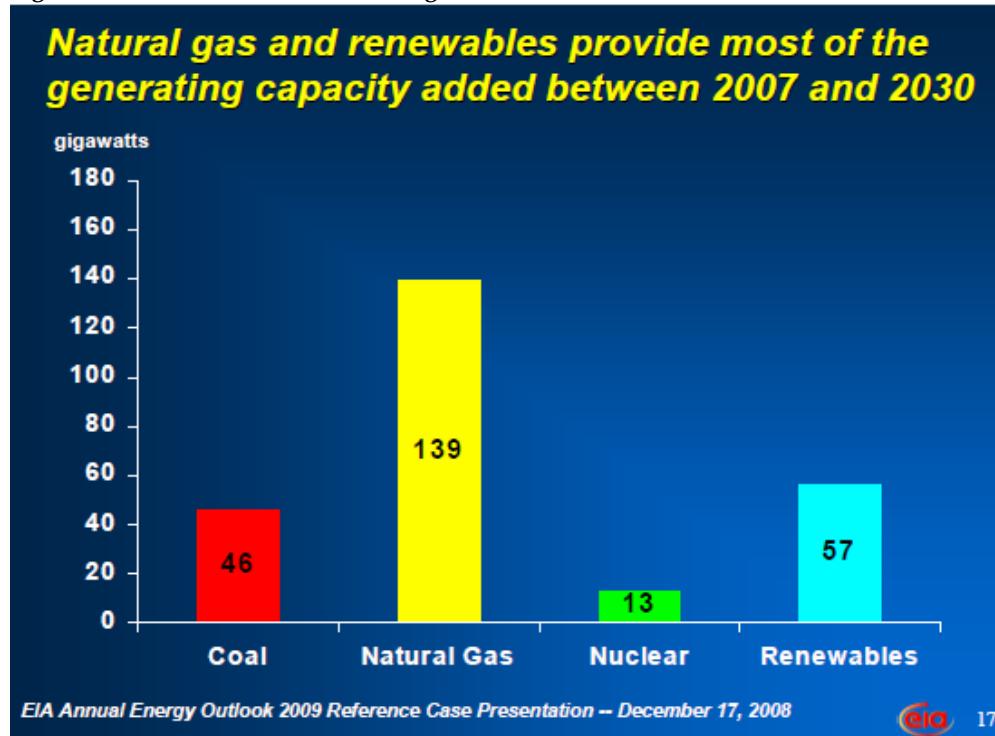
³⁹ El término inglés empleado es *jump-start*, es decir, como arrancar un coche con un puente eléctrico.

⁴⁰ “Energy Bill Raises Fears About Pollution, Fraud: Critics point to perks for industry”, *Washington Post*, 30/VII/2005 (<http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2005/07/29/AR2005072901128.html>).

⁴¹ Esa era la situación a enero de 2009. Para un seguimiento de los acontecimientos, véase <http://www.nei.org/keyissues/newnuclearplants/>.

⁴² Annual Energy Outlook 2009 (early release), Energy Information Administration, diciembre de 2008 (http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/pdf/aoe2009_presentation.pdf).

Figura 6. Previsión del incremento de generación 2007-2030 en EEUU



Fuente: EIA Annual Energy Outlook 2009 (early release).

Según la EIA, de los 255 GWe de nueva capacidad a instalar en EEUU en los próximos 20 años, sólo un 5% serían nucleares, lo cual no haría sino que la cuota nuclear del *mix* norteamericano –situada ahora alrededor del 20%– continuara descendiendo años tras año. Por el contrario, el gas natural coparía el 54,5% del incremento del parque de generación y las energías renovables el 22%, creciendo también el carbón. A juzgar por las declaraciones de los actuales responsables del DOE y por los planes de estímulo fiscal aprobados por la Administración Obama, es muy posible que estas cifras varíen en favor de una mayor potenciación de las energías renovables, pero no de la nuclear, que hasta el momento ha quedado excluida de estos planes.⁴³

Sea como sea, las sucesivas previsiones del DOE en los últimos años demuestran que si bien antes de la crisis financiera las perspectivas de un renacimiento nuclear significativo en EEUU eran ya bastante inciertas, la crisis supone un impedimento adicional que hace prever un despliegue nuclear muy modesto.⁴⁴ Lo mismo parece estar ocurriendo en otros

⁴³ "Gauging the Prospects for Nuclear Power in the Obama Era", Kent Garber, *US News & World Report*, 27/III/2009 (<http://www.usnews.com/articles/news/energy/2009/03/27/gauging-the-prospects-for-nuclear-power-in-the-obama-era.html>).

⁴⁴ "Nuked: Economic Downturn Threatens Nuclear Power Renaissance Too", Keith Johnson, *The Wall Street Journal*, 8/XII/2008 (<http://blogs.wsj.com/environmentalcapital/2008/12/08/nuked-economic-downturn-threatens-nuclear-powers-renaissance-too/>), y "Economic Woes Delay US Nuclear Expansion", Bernie Woodall and Scott DiSavino, *Reuters*, 17/III/2009 (<http://www.reuters.com/article/idUSTRE52G4UF20090317>).

países, como por ejemplo en Sudáfrica,⁴⁵ o, a una escala menor, en Turquía,⁴⁶ y también en Rusia donde Rosatom ha pospuesto hasta el 2014 los planes que tenía para construir dos reactores al año.⁴⁷ Tan sólo China parece mantener intactos por ahora sus planes de pasar del 2% de electricidad nuclear que genera actualmente al 4% ó 5% en el 2030.⁴⁸

Sigue sin haber ningún pedido desde 1978

¿Por qué cuatro años después de la decidida apuesta de la Administración Bush, de las múltiples medidas favorables y de que el Congreso haya autorizado hasta 18.500 millones de dólares en avales, sigue sin existir ni un solo proyecto firme de construcción de una central nuclear en EEUU? Las razones son, de nuevo, económicas, como no se cansan de repetir los máximos responsables de las eléctricas estadounidenses. John Rowe (presidente de *Exelon*, la primera operadora nuclear estadounidense), por ejemplo, empieza por afirmar que “dudo que haya nadie más familiarizado con los riesgos financieros de la nuclear, o alguien que esté más preocupado por ello que yo mismo”; para a continuación decir que “una planta nuclear es algo que necesita entre ocho y 10 años de construcción, que tiene una vida operativa de quizá 60 años, pero sin que haya forma de recuperar la inversión en menos de 20 años”. Por ello, remata, “no vamos a construir nuevas centrales nucleares sin el aval del gobierno federal”,⁴⁹ una afirmación que también comparte Michael Wallace, vicepresidente de *Constellation Energy* y del consorcio *UniStart Nuclear*.⁵⁰ Al parecer, 18.500 millones de dólares en avales que cubran el 80% de las primeras inversiones no serán suficientes siquiera para “arrancar”. ¿Qué más podría hacer el gobierno estadounidense?

El 27 de marzo de 2007, y por tanto antes de que estallara la crisis financiera, el *Manhattan Institute* reunió en el *Harvard Club* de Nueva York a un selecto grupo de analistas para discutir la visión que tenía el mundo financiero de las posibilidades de inversión en nucleares, sin que alcanzaran ninguna conclusión alentadora: “A los gestores de las eléctricas les encantaría generar beneficios con nuevas nucleares, pero a pesar de los incentivos regulatorios y de las subvenciones que se ofrecen, los fondos de inversión que deberían financiar estos proyectos creen que los riesgos son muy superiores a las potenciales recompensas”. Y uno de los participantes añadió que “el entorno de mercado que ahora mismo tenemos es el mejor de los mundos... si ni en estas condiciones se da

⁴⁵ “Eskom puts Nuclear Plant on Hold”, Roob M. Stewart, *The Wall Street Journal*, 7/XII/2008 (http://online.wsj.com/article/SB122868998183686411.html?mod=googlenews_wsj).

⁴⁶ “Turkey’s First Nuclear Tender to be Cancelled Due to High Price Report”, *Hurriyet Daily News*, 23/I/2009 (<http://www.hurriyet.com.tr/english/finance/10824979.asp?scr=1>).

⁴⁷ “Rosatom Clinches Milestone US Deal”, Ira Iosebashvili, *The Moscow Times*, 27/V/2009 (<http://www.themoscowtimes.com/article/600/42/377436.htm>).

⁴⁸ “China to Start Building 5 Nuclear Power Plants”, Xin Dingding, *China Daily*, 21/IV/2009 (http://www.chinadaily.com.cn/bizchina/2009-04/21/content_7697913.htm).

⁴⁹ “America’s Energy Future: Carbon, Competition and Kilowatts”, John Rowe, The Brookings Institution, 12/II/2008 (http://www.brookings.edu/~media/Files/events/2008/0212_energy/20080212_energy.pdf).

⁵⁰ “Energy Bill Aids Expansion of Atomic Power”, E.L. Andrews y Matthew Wald, *NYT*, 31/VII/2007 (<http://www.nytimes.com/2007/07/31/washington/31nuclear.html>).

una expansión de las inversiones nucleares –con las disponibilidades de capital y el apoyo político existentes– hemos de preguntarnos si alguna vez veremos estas inversiones”. Para estos analistas, incluso en un entorno económico favorable, las medidas de la EPA 2005 no eran suficientes: “parece que muchos banqueros están a la espera de garantías federales completas y amplias, y puesto que estas garantías no llegan, la nación deberá continuar a la espera de nuevas construcciones, a menos que los empresarios nucleares puedan convencer a sus accionistas para que financien los proyectos con fondos propios”.⁵¹ Teniendo en cuenta todo lo ocurrido en el sector financiero desde que estas palabras fueron pronunciadas, no parecería que la situación haya podido ir a mejor.

A la vista de estas circunstancias, Pete Domenici, senador por Nuevo México y posiblemente el más firme defensor de los intereses del sector nuclear norteamericano, introdujo en el Senado, y sin debate alguno, una pequeña enmienda a los presupuestos generales de 2008, sugerida por la propia industria, que en el práctica puede permitir que en un futuro no haya límites a los avales gubernamentales. La industria hablaba ya de que necesitaría 25.000 millones en el 2008 y 50.000 millones en los próximos dos años.⁵² Las últimas informaciones hablan de que se necesitaran avales por importe de 122.000 millones de dólares para cubrir las primeras 14 solicitudes en trámite.⁵³ Sin embargo, para Gregory Jacko, recientemente nombrado presidente de la NRC, ni siquiera esas cantidades serán suficientes ya que según sus cálculos para construir la siguiente generación de reactores nucleares se necesitarían 500.000 millones de dólares en avales (para 50 nuevos reactores).⁵⁴ En junio de 2008, la *Government Accountability Office* (GAO),⁵⁵ órgano encargado de la supervisión económica del Congreso norteamericano, informó al propio Congreso de que el riesgo de tener que hacer efectivas estas garantías lo estimaban cercano al 50%,⁵⁶ lo cual es indicativo de la gran incertidumbre y del escepticismo económico que rodea a todo lo referente al renacimiento nuclear en EEUU.

No se sabe cuánto costarán las nuevas centrales

¿Cómo puede ser que en menos de cuatro años se haya pasado de considerar que unos cuantos miles de millones de dólares en avales estatales podían ser suficientes, a hablar de medio billón de dólares? Nos encontramos de nuevo con la sensación del *deja vu* de los

⁵¹ “Nuclear Power: The Investment Outlook”, Nicole Gelinas, Manhattan Institute, junio de 2007 (http://www.manhattan-institute.org/pdf/leper_01.pdf).

⁵² Véase la referencia 45.

⁵³ “Nuclear Energy 2009: In Turbulent Times Still a Solid Value”, *Wall Street Briefing*, Marvin Fertel, Nuclear Energy Institute, febrero de 2009 (<http://www.nei.org/resourcesandstats/documentlibrary/reliableandaffordableenergy/presentations/in-turbulent-times-still-a-solid-value>).

⁵⁴ “Government Loan Guarantees for New Nuclear Too Small”, Selina Williams, *Dow Jones Newswire*, 10/III/2008 (<http://www.tmia.com/News/LoansTooSmall.htm>).

⁵⁵ Government Accountability Office(<http://www.gao.gov/about/index.html>)

⁵⁶ *Nuclear Loan Guarantees: Another Taxpayer Bail-Out Ahead?*, David Schissel, Michael Mullett y Robert Alvarez, Union of Concerned Scientists, marzo de 2009 (http://www.ucsusa.org/assets/documents/nuclear_power/nuclear-loan-guarantees.pdf).

años 1970: nadie sabe cuánto costarán las nuevas centrales y cada nueva estimación supera con creces la anterior en una espiral que parece no tener fin. Si el estudio del MIT cifraba en unos 2.000 dólares/kW la inversión necesaria en una central nuclear –según la experiencia anterior a 2003– y postulaba un 25% de ahorro como factor necesario para que fueran competitivas en relación al carbón y al gas, algunas estimaciones actuales cuasi cuadriplican la hipótesis del MIT,⁵⁷ y la actualización de este estudio estima el coste de la electricidad nuclear suponiendo unos 4.000 dólares/kW para las nuevas inversiones en generación.

El análisis público más completo y riguroso de que se dispone es el realizado por *Florida Power&Light* (FPL) para la construcción de dos reactores Westinghouse AP-1000 de 1.100 MW cada uno. La última estimación, de enero de 2008, cifraba entre 12.000 millones y 18.000 millones de dólares el coste total del proyecto.⁵⁸ Es decir, entre 5.500 y 8.200 dólares/kW, más del doble de la estimación que había hecho *Progress Energy Florida* (PEF) dos años antes y cuatro veces la estimación del MIT en 2003, pero en línea con la estimación realizada por Moody's en octubre de 2007,⁵⁹ que cifraba la inversión en unos 6.000 dólares/kW.⁶⁰ Tres meses más tarde, PEF estimaba también en 17.000 millones de dólares un proyecto similar al de FPL, el triple de su estimación inicial, y proponía un aumento del 3% al 4% anual de las tarifas eléctricas durante los 10 años que estima durará la construcción para ayudar a financiar el proyecto, en una propuesta sin precedentes.⁶¹ “No podemos eludir que la electricidad nuclear tiene un coste por adelantado para el consumidor, porque lo tiene”, decía Jeff Lyash, presidente de PEF,⁶² poniendo en

⁵⁷ Para un análisis detallado de las estimaciones recientes de la inversión necesaria, véase *Assessing Nuclear Plant Capital Costs for the Two Proposed Reactors at the South Texas Project Site*, Arjun Makhijani, marzo de 2008 (<http://www.ieer.org/reports/nuclearcosts.pdf>).

⁵⁸ “Nuclear Costs Explode”, Russell Ray, *The Tampa Tribune*, 15/I/2008 (<http://www2.tbo.com/content/2008/jan/15/bz-nuclear-costs-explode/>) y “Nuclear Reactors’ Cost: \$17 billion”, John Murawski, *The News&Observer*, 11/III/2008 (<http://www.newsobserver.com/business/story/993686.html>).

⁵⁹ *New Nuclear Generation in the United States: Keeping Options Open vs. Adressing an Inevitable Necessity*, Moody's Corporate Finance, octubre de 2007. En este informe se dice: “creemos que no se sabe el coste final de construir nueva capacidad de generación nuclear y que las estimaciones actuales representan las mejores estimaciones posibles, pero están sujetas a cambios”. Los analistas de Moody's sólo esperan una o dos centrales para 2015 (http://www.alacastore.com/storecontent/moodys/PBC_104977).

⁶⁰ Para ser precisos, estas estimaciones no son del todo comparables con la cifra del MIT, ya que ésta no incluye todos los costes de construcción, mientras que las de Moody's y las de las eléctricas sí pretenden incorporarlos todos para tener una cifra más realista. Como dice Moody's (véase la referencia 47), “los costes overnight a menudo no incluyen costes propios ni la escalada de precios durante la construcción. A nosotros lo que nos preocupa es el total de todos los costes. Es como si al comprar una casa no tuviéramos en cuenta los muebles, los electrodomésticos, el arreglo del jardín, etc.”.

⁶¹ Lo que *Progress Energy Florida* está proponiendo es que los consumidores no sólo asuman el riesgo de unos precios futuros más elevados como consecuencia de sobrecostes y retardos en la construcción de reactores nucleares, sino que empiecen a pagar ya más por la electricidad producida por otras plantas mientras dura la construcción y por un período de 10 años para así mitigar los costes financieros. Es dudoso que el regulador permita esta práctica y que los clientes la acepten.

⁶² “Nuke Plant Price Triples: Progress energy’s planned plant costs \$17 billion”, Asjyln Loder, *St. Petersburg Times*, 11/III/2008 (http://www.sptimes.com/2008/03/11/State/Nuke_plant_price.shtml).

evidencia a aquellos que defienden las nuevas construcciones como una forma de abaratar las tarifas. Ahora, sin embargo, la crisis económica ha reducido la demanda y ante las protestas de sus clientes esta misma eléctrica se ha echado atrás en sus planes de incrementar por adelantado las tarifas,⁶³ y ha retrasado, además, en 20 meses la fecha prevista para el inicio de la construcción.⁶⁴

Algo parecido está ocurriendo con otros proyectos que se encuentran en distintas fases de negociación y decisión. Compañías como la *MidAmerican Nuclear Energy Co.*, propiedad del magnate Warren Buffett, y la *South Carolina Electric&Gas Co.* han anunciado que abandonan sus planes de construcción.⁶⁵ Otros, como *Duke Energy* de South Carolina, prefieren mantener los costes en secreto para no dar armas a sus oponentes.⁶⁶ *AmerenUE*, por su parte, ha cancelado sus planes de construir un reactor EPR en el estado de Missouri porque el regulador estatal no ha autorizado en este caso un incremento de tarifas para financiar la construcción de un reactor que tenía un presupuesto estimado de 6.000 millones de dólares.⁶⁷ También *Entergy* ha congelado su petición de licencia de dos reactores en Mississippi y Luisiana por no haber podido alcanzar un acuerdo económico con General Electric.⁶⁸

Si en 2005, cuando se especulaba con unos costes de construcción muy inferiores, la EIA decía que “no se espera que las nuevas centrales resulten económicas”,⁶⁹ ahora parecería que la situación ha empeorado sensiblemente. Así lo señala el *Wall Street Journal* cuando afirma que “los elevados costes pueden incrementar notablemente la factura eléctrica e inevitablemente encenderán el debate acerca de la capacidad de la industria nuclear para satisfacer las crecientes necesidades energéticas”.⁷⁰ El propio Jeffrey Immelt, presidente de *General Electric*, una de los principales empresas del sector nuclear, lo confirma cuando dice que “si yo fuera el máximo responsable de una eléctrica y viera tal como son las cosas

⁶³ “Progress Florida pares early nuclear charges”, *Reuters*, Houston, 17/III/2009 (<http://uk.reuters.com/article/idUKN1729706420090317>).

⁶⁴ “Progress Energy Delays Nuclear Power Plant”, *Power Engineering*, 1/V/2009 (http://pepei.pennnet.com/display_article/360918/6/ARTCL/none/none/1/Progress-Energy-delays-nuclear-power-plant/).

⁶⁵ “Warren Buffett rejects Nuclear Plant in Idaho due to high cost”, Andrea Shipley, *SunValley*, 29/I/2008, y “SCE&G suspends plans to ask US NRC for license to build new nukes”, *Platts*, 28/I/2008 (http://www.sunvalleyonline.com/news/article.asp?ID_Article=4581 y <http://www.platts.com>).

⁶⁶ “Cost of nuclear plant fuels battle: Price of new plants in North and South Carolina would be ammunition for opponents if utilities didn’t hold info close”, John Murawski, *The News & Observer*, 24/IV/2008 (<http://www.newsobserver.com/business/story/1048035.html>).

⁶⁷ “Ameren suspends new nuclear plant plans”, *World Nuclear News*, 24/IV/2009 (http://www.world-nuclear-news.org/NN-AmerenUE_suspends_new_nuclear_plant_plans-2404097.html).

⁶⁸ “Entergy Suspends Two Nuclear Plant Applications”, *Reuters*, Houston, 9/I/2009 (<http://www.reuters.com/article/rssUtilitiesElectric/idUSN0950363520090109>).

⁶⁹ “Annual Energy Outlook 2005”, Energy Information Administration, febrero de 2005, p. 6 ([http://tonto.eia.doe.gov/ftproot/forecasting/0383\(2005\).pdf](http://tonto.eia.doe.gov/ftproot/forecasting/0383(2005).pdf)).

⁷⁰ “New Wave of Nuclear Plants Faces High Costs”, Rebecca Smith, *The Wall Street Journal*, 12/V/2008 (<http://online.wsj.com/article/SB121055252677483933.html>).

hoy, elegiría gas y eólica... son más fáciles de ubicar y más digeribles... Nunca haría nucleares. Los parámetros económicos son descorazonadores".⁷¹ Lo que dice Jeffrey Immelt es obvio: que la generación eólica y con gas natural son hoy por hoy opciones de menor riesgo, ya que pueden construirse más rápidamente y en menores incrementos, adaptándose mejor a la incierta evolución futura de la demanda eléctrica.

La propia industria nuclear norteamericana pide realismo y precaución

El almirante Frank L. Bowman, ex-director de *Naval Nuclear Propulsion* y como tal sucesor del también almirante Hyman Rickover (padre de toda la industria nuclear civil y militar),⁷² y anterior director ejecutivo del *Nuclear Energy Institute* (NEI) –el *lobby* norteamericano de la industria nuclear–, ponía el dedo en la llaga cuando decía que “la industria eléctrica estadounidense tiene ante sí una montaña de inversiones [y que] uno de los retos más importantes es el monto de estos proyectos en relación al tamaño, al valor de mercado y a la capacidad financiera de las empresas que tienen que construirlos... las empresas eléctricas estadounidenses no pueden financiar los nuevos proyectos nucleares con cargo a su balance... necesitarán ayudas crediticias... ya sea en forma de avales estatales o de garantías gubernamentales que aseguren el retorno de las inversiones, o ambas cosas a la vez”,⁷³ confirmando así lo que Peter Bradford, ex-consejero de la NRC, ya señaló con anterioridad: “la promesa de retorno de la energía no se basa en una recién materializada competitividad sino en la vieja fórmula de siempre: enormes subvenciones públicas y grandes facilidades para obtener las licencias y, quizás, compras garantizadas, con todo el riesgo para los consumidores”.⁷⁴

En la misma asamblea general del NEI en la que Frank L. Bowman hacía este diagnóstico, John Rowe, presidente de *Exelon Corp.* (la mayor eléctrica nuclear estadounidense), explicaba el estado de ánimo en que se encuentra la industria nuclear de aquel país. “No podemos dejarnos llevar por el entusiasmo de las notas de prensa... hemos de crear expectativas realistas... el renacimiento nuclear se desarrollará lentamente... quizás entre cuatro y ocho centrales a partir de 2016. Si estos primeros proyectos cumplen con sus calendarios y presupuestos, y si no tienen problemas de licencias y gozan del apoyo del público, podríamos iniciar una segunda ola de construcciones una vez la primera ola entre en explotación comercial”. Pero, “es difícil confiar en las estimaciones de costes de las nuevas construcciones... ningún vendedor está ofreciendo precios ciertos, e incluso las

⁷¹ “US Utilities Sceptical over Nuclear Plants”, Sheila McNulty y Ed Crooks, *Financial Times*, 18/XI/2007 (<http://www.ft.com/cms/s/0/8975e03c-9601-11dc-b7ec-0000779fd2ac.html>).

⁷² Hyman Rickover dirigió el diseño del primer submarino de propulsión nuclear, diseño a partir del cual evolucionaron la mayor parte de los actuales reactores nucleares. Una decisión que muchos ingenieros nucleares piensan que fue un error porque los criterios de diseño para un motor de submarino no son los más apropiados para la generación de electricidad (http://en.wikipedia.org/wiki/Hyman_G._Rickover).

⁷³ “Facing Facts”, remarks by Frank L. (Skip) Bowman at the Nuclear Energy Assembly, NEI, Washington, 6/V/2008

(http://www.nei.org/newsandevents/speechesandtestimony/2008_speeches_and_testimony/bowmanspeech_050508/).

⁷⁴ *Why a Future for the Nuclear Industry is Risky*, David Schlissel, based in part on presentations by Peter Bradford, Synapse Energy Economics, enero de 2007 (http://www.iccr.org/issues/globalwarm/risky_Jan07.pdf).

estimaciones preliminares se incrementan sin cesar". Y en cuanto a los plazos, "nada enfriaría más el renacimiento nuclear que encontrarnos, después de 18 meses de haber iniciado una construcción con 18 meses de retraso", en clara alusión a lo que ha ocurrido en Finlandia⁷⁵ y que más adelante comentaremos con más detalle. "Los costes asustan" sigue John Rowe, "especialmente cuando los comparamos con la capitalización y el valor de mercado de las empresas que han de construir los reactores... ninguna empresa se jugará su futuro a un solo proyecto... necesitamos formas de compartir el riesgo". Además, "Yucca Mountain está encallado y no ha habido progreso alguno en las alternativas... y el apoyo público para unas inversiones multimillonarias sigue suponiendo un riesgo que no podemos ni controlar ni predecir".⁷⁶

Resulta difícil sintetizar mejor las dudas que existen acerca del programa nuclear estadounidense. Unas dudas que se refieren no ya a la posibilidad de un gran programa de construcciones para mitigar el cambio climático y el declive de los combustibles fósiles como plantea el MIT, ni a "los 130 o 230 reactores" que Samuel Bodman, ex-secretario de Estado de Energía estadounidense, considera necesarios para "atender la demanda protegiendo el medioambiente",⁷⁷ ni siquiera a algo menos ambicioso como podría ser la simple sustitución de los 104 reactores actualmente en funcionamiento, sino a la simple posibilidad de construir los 25 ó 30 reactores que John Rowe considera necesarios antes de 2030 para no entrar en un declive irreversible.

Las últimas noticias son que "con el coste de una nueva central nuclear por encima de los 9.000 millones de dólares y con los mercados financieros reacios a comprometerse con este tipo de proyectos por el clima económico actual, las eléctricas prácticamente han descartado las nuevas construcciones sin avales estatales". El propio John Rowe ha confirmado que sin estos avales *Exelon* no tiene intención de construir los dos reactores que tenía en estudio en Texas. Por su parte, el DOE ha reducido a cuatro el número de proyectos que va a estudiar en vistas a otorgar los correspondientes avales.⁷⁸ Todo lo cual parece apuntar a que, al menos para la próxima década, el número de centrales construidas en EEUU será muy reducido.

Se duda de la capacidad de substituir el parque actual

Las dudas de la industria son compartidas por el *Council on Foreign Relations* (CFR) en un informe sobre los riesgos y oportunidades de la energía nuclear. Teniendo en cuenta que

⁷⁵ Véase, por ejemplo, "Power Failure: What Britain should learn from Finland's nuclear saga", Michael Savage, *The Independent*, 16/I/2008 (<http://www.independent.co.uk/news/science/power-failure-what-britain-should-learn-from-finlands-nuclear-saga-770474.html>).

⁷⁶ Nuclear Energy 2008: State of the Industry, John Rowe, Nuclear Energy Assembly, NEI, Washington, 6/V/2008

(http://www.nei.org/newsandevents/speechesandtestimony/2008_speeches_and_testimony/rowespeech_050608/).

⁷⁷ "GE Chief Urges Nuclear Incentives", Ed Crooks y Francesco Guerrera, *Financial Times*, 19/XI/2007 (<http://www.ft.com/cms/s/0/b0887632-9640-11dc-b7ec-0000779fd2ac.html>).

⁷⁸ "DOE focuses on 4 companies for nuclear loan help", Josef Hebert, *Associated Press*, 15/V/2009 (http://www.google.com/hostednews/ap/article/ALeqM5jPKRdG1M4Dbw2iuD7_4Io9zEE5oQD9870SH80).

incluso ampliando en 20 años la vida de todos los reactores en uso, EEUU tendrá que clausurar, desmantelar y sustituir sus 104 reactores antes de la mitad de siglo (lo cual significa construir un nuevo reactor cada cuatro o cinco meses en los próximos 40 años), el CFR opina que “esta renovación representa un reto alarmante y, sin entrar en otras consideraciones, este hecho por sí solo hace que la energía nuclear no pueda ser una parte importante de la solución a la inseguridad energética de EEUU por lo menos para los próximos 50 años”.⁷⁹ En esta misma línea, en una reunión de expertos organizada por *Fortune* el pasado mes de abril,⁸⁰ el consenso fue que como mucho se construirían tres o cuatro nuevas centrales en los próximos 10 años.⁸¹

El nuevo presidente de la *Federal Energy Regulatory Commission*, Jon Wellinghoff, ha ido incluso más lejos al afirmar que posiblemente EEUU no necesite nuevas centrales nucleares o de carbón por el importante incremento de generación eólica y solar que se espera, y por la consiguiente modernización de la red eléctrica que ha de permitir una mejor gestión de la demanda. Las nuevas centrales nucleares, ha dicho, “tienen un coste prohibitivo, superior a los 7.000 dólares/kW”, y en cualquier caso, el renacimiento nuclear “no es más que un ejercicio retórico, puesto que no veo a nadie construyendo una central”.⁸² Y no parece que esto vaya a cambiar, a menos que haya una decidida intervención estatal, ya que para George Vanderheyden, presidente de *Unistar Nuclear Energy LLP*, la *joint-venture* entre *Constellation Energy Nuclear Group* y la francesa EDF constituida para construir reactores de diseño francés en EEUU, “en todo el mundo las nuevas centrales las construyen los gobiernos. Sólo aquí pretendemos que las construyan las empresas privadas”.⁸³

A nivel global, la renovación del parque actual también está en duda. Suponiendo que llegaran a buen término todos los proyectos de construcción identificados por la WNA para los próximos 15 años, que se cumplieran las previsiones más intensivas en energía nuclear de la Agencia Internacional de la Energía Atómica (en total 90 nuevos reactores antes del 2020)⁸⁴ y extendiendo este ritmo de construcción hasta el 2050, obtendríamos 360

⁷⁹ “Nuclear Energy: Balancing Benefits and Risks”, Charles D. Ferguson, Council on Foreign Relations, abril de 2007 (http://www.cfr.org/publication/13104/nuclear_energy.html).

⁸⁰ “Fortune Brainstorm: Green 2009”, Laguna Nigel, California, 20-22/IV/2009 (http://www.timeinc.net/fortune/conferences/brainstormgreen/green_home.html).

⁸¹ “A nuclear power renaissance? Maybe not”, David Whitford, *Fortune*, 22/IV/2009 (<http://money.cnn.com/2009/04/22/technology/nuclear.fortune/index.htm>).

⁸² “Energy Regulatory Chief Says New Coal, Nuclear Plants May Be Unnecessary”, Noelle Straub y Peter Behr, *New York Times*, 22/IV/2009 (<http://www.nytimes.com/gwire/2009/04/22/22greenwire-no-need-to-build-new-us-coal-or-nuclear-plants-10630.html>).

⁸³ “A key energy industry nervously awaits its ‘rebirth’”, Peter Behr, *New York Times*, 27/IV/2009 (<http://www.nytimes.com/cwire/2009/04/27/climatewire-a-key-energy-industry-nervously-awaits-its-rebirth-10677.html?pagewanted=1>).

⁸⁴ Para el punto de vista de la industria nuclear véase <http://www.world-nuclear.org/info/inf17.html>. Moody’s, en cambio, dice que “muchas de las expectativas en relación a la nueva generación nuclear son demasiado ambiciosas... no creemos que el sector [nuclear norteamericano] consiga poner en marcha más de una o dos centrales para el 2015. De hecho, por el calendario de inicio de construcciones, la entrada en funcionamiento

GWe de nuevas construcciones hasta 2050, algo menos de lo que se necesita para substituir la potencia actual.⁸⁵

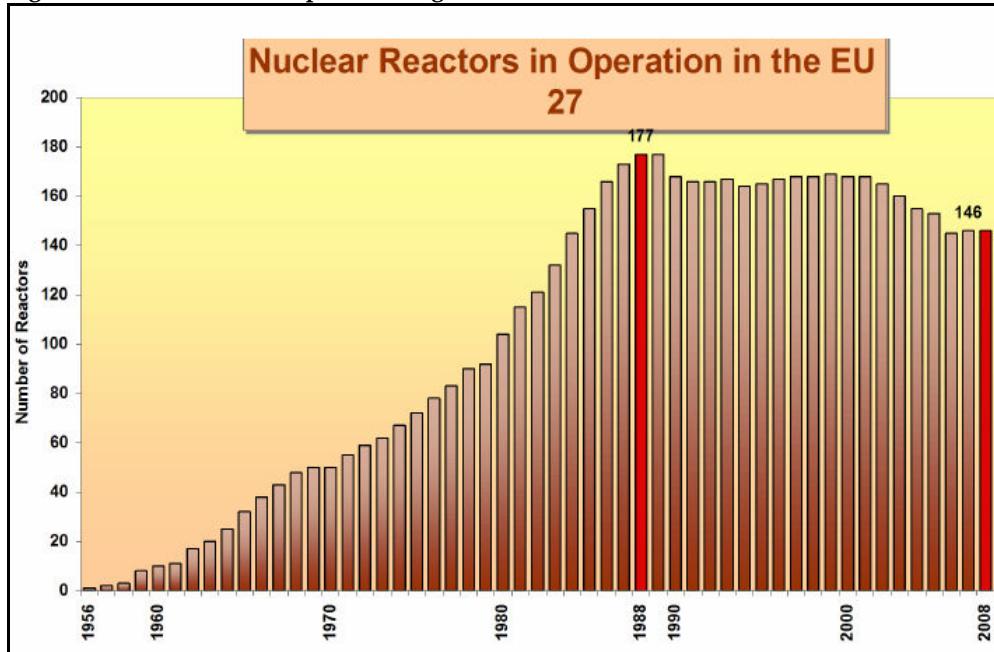
Si eso es así, es decir, si ni siquiera en el país más nuclearizado del mundo, y en el más ambicioso de los escenarios globales hoy imaginables, parece realista sustituir el parque actual para cuando deje de ser operativo, ¿qué sentido y qué objeto tiene plantear la opción nuclear como elemento decisivo en la respuesta al cambio climático y al declive de los combustibles fósiles?

El panorama europeo: Finlandia, el Reino Unido, Francia, Suecia e Italia

La contribución de la energía nuclear al *mix* eléctrico ha disminuido de forma más acusada en la UE que a nivel global, seguramente por el cierre de los viejos reactores soviéticos de Europa Oriental.

Como indica la Figura 7, de un máximo de 177 reactores en 1988 hemos pasado a 146 a finales del 2008 (casi una tercera parte del total mundial), estando la gran mayoría de estos reactores (unos 125) localizados en ocho países: Francia, Alemania, el Reino Unido, Suecia, España, Suiza, Bélgica y los Países Bajos. En 2007, el 28% de la electricidad europea fue de origen nuclear, pero casi la mitad de esta electricidad se generó en Francia.

Figura 7. Evolución de la capacidad de generación nuclear en EU-27



Fuente: The World Nuclear Industry Status Report 2008.⁸⁶

comercial de una nueva central podría retrasarse bastante más allá del 2015 y los costes asociados a la nueva generación de centrales podrían ser significativamente más altos... que los estimados por la industria", *Washington Post*, julio de 2008

(http://newsweek.washingtonpost.com/postglobal/energywire/2008/07/fun_facts_about_nuclear_financ.html).

⁸⁵ Véase cálculos detallados en la referencia 98.

Actualmente en la UE-27 hay cuatro reactores en construcción, dos de ellos en Europa occidental: uno en Finlandia y otro, gemelo, en Francia. Estos dos reactores son la primera materialización de un nuevo diseño francés de tercera generación, conocido como EPR (*European Pressurised Reactor*), que tiene una potencia nominal de 1.600 MWe; un diseño que Francia está promoviendo tanto a nivel internacional como para eventualmente substituir sus propios reactores. Fuera de Francia y Finlandia, en Europa Occidental no ha habido ningún nuevo pedido de reactores nucleares desde 1980. A menos que haya una política generalizada de ampliación de las licencias de operación, una tercera parte de los reactores europeos deberán ser clausurados antes de 2025. Europa se enfrenta pues a un reto similar al de EEUU: ¿cómo sustituir su parque nuclear envejecido, y qué posibilidad existe de ampliar dicho parque antes de mediados de siglo?

En lo que sigue nos centraremos en la situación en Finlandia, Francia y en el Reino Unido ya que es en estos países donde están más avanzados los planes de nuevas construcciones. Suecia e Italia han anunciado recientemente su intención de cambiar su política en relación a la energía nuclear, pero ninguno de estos países tiene planes concretos de iniciar nuevas construcciones.

Finlandia

Finlandia tiene cuatro reactores que generan el 29% de su electricidad. En diciembre de 2003 y después de un largo proceso discusión política y social, se convirtió en el primer país Occidental en cursar un pedido después de 15 años de sequía nuclear. La decisión se tomó fundamentalmente en base a un análisis comparativo⁸⁷ de las distintas posibilidades de generación eléctrica de base que concluyó que la opción nuclear sería la más ventajosa en términos económicos, pero el deseo de no depender del gas de su vecino ruso tuvo también una notable influencia en la decisión.

La eléctrica TVO firmó un contrato con el consorcio Areva-Siemens para un reactor EPR de 1.600 MWe llave en mano, a construir en Olkiluoto, obteniendo unas condiciones muy favorables: precio cerrado (unos 3.000 millones de euros), plazo de construcción de cuatro años, financiación barata,⁸⁸ que Francia construyera una réplica del nuevo reactor en Flamanville, etc. Areva, que tenía mucho interés en obtener un primer pedido para animar el mercado (como a finales de los 1960 hicieran también Westinghouse y General Electric que vendieron sus primeros reactores a pérdidas), accedió a unas condiciones que no son extrapolables a proyectos futuros. Además, este reactor no está destinado a vender

⁸⁶ 2008 World Nuclear Industry Status: Western Europe, Mycle Schneider, septiembre de 2008

(<http://www.thebulletin.org/web-edition/reports/2008-world-nuclear-industry-status-report/2008-world-nuclear-industry-status-re-1>).

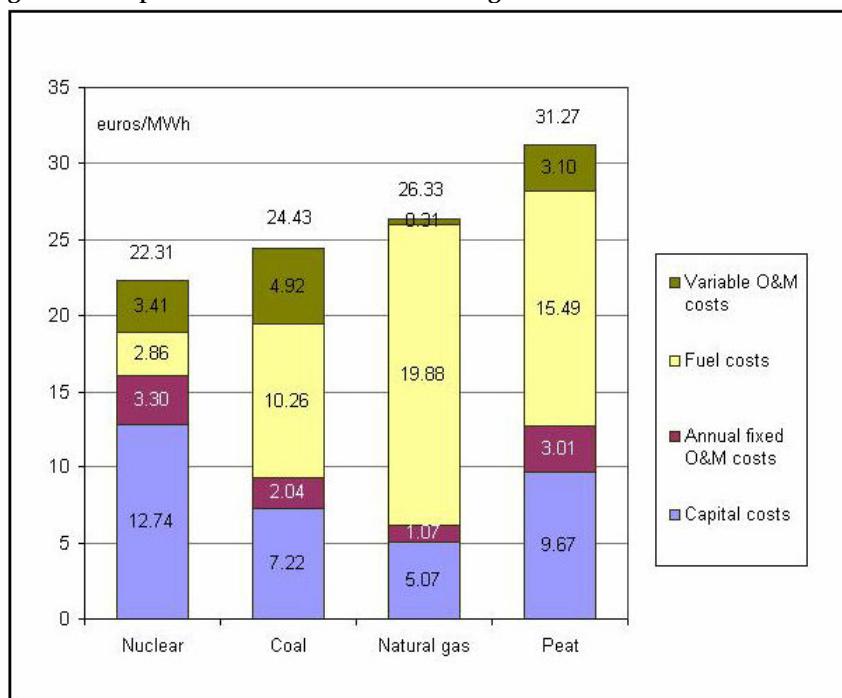
⁸⁷ Nuclear Power: Least-Cost Option for Base-Load Electricity in Finland, Risto Tarjanne y Sauli Rissanen, The Uranium Institute 25th Annual Symposium, 2000 (<http://www.world-nuclear.org/sym/2000/pdfs/tarjanne.pdf>).

⁸⁸ Siemens, el constructor de la parte no nuclear recibió un préstamo del Bavarian Landesbank de 2.700 millones de euros al 2,6% de interés que cubría más del 60% del valor del contrato, y la Compagnie Francaise d'Assurance pour le Commerce Exterieur, la agencia pública francesa de promoción del comercio exterior, aportó unos 1.000 millones al proyecto, también a bajo interés.

electricidad en un mercado liberalizado sino que el consorcio que lo encargó, compuesto de industrias intensivas en electricidad y ayuntamientos, pretende generar electricidad para autoconsumo y obtenerla a precio de coste.

Un coste que según los cálculos realizados bajo determinadas hipótesis iba a ser muy competitivo, como se indica en la Figura 8, extraída de uno de los estudios sobre los que se basó la decisión finlandesa. Como veremos más adelante, los costes de generación que se estiman ahora para los EPR franceses están cercanos a los 60 euros/MWh, casi el triple de lo que creía comprar TVO.

Figura 8. Comparativa de costes estimados de generación eléctrica de base en Finlandia



Fuente: Risto Tarjanen y Sauli Rissanen.⁸⁹

Y es que la realidad del proyecto ha sido muy distinta de lo esperado. Lo que pretendía ser el símbolo del anunciado renacimiento nuclear, se ha convertido en una demostración más de que la industria nuclear puede volver a caer en los mismos errores que la condujeron a la difícil situación en la que se encuentra. “Olkiluoto 3 iba a demostrar que la energía nuclear era la solución obvia a la preocupación que despiertan las emisiones de CO₂, el incremento de los precios de los combustibles fósiles y la dependencia de fuentes energéticas de terceros países”, decía el *Financial Times* a finales de 2008. En lugar de esto, proseguía, “Olkiluoto se ha convertido en escaparate de los retrasos, los sobrecostes y los

⁸⁹ Nuclear Power: The least-cost option for baseload electricity in Finland, Risto Tarjannen y Sauli Rissanen, Uranium Institute, 25th Annual International Symposium, 2000 (<http://www.world-nuclear.org/sym/2000/tarjanen.htm>).

pleitos que los críticos dicen que siempre acompañaron a la construcción de plantas nucleares".⁹⁰

En lo que llevamos de año, los acontecimientos no han hecho sino precipitarse, confirmando los peores augurios sobre este proyecto que después de 46 meses de iniciado acumula ya 38 meses de retraso sobre el calendario previsto. En su última presentación de resultados,⁹¹ Areva ha provisionado 1.700 millones de euros de pérdidas con cargo al proyecto –cuando todavía faltan más de tres años para finalizarlo– y se enfrenta a un reclamación de TVO por otros 2.400 millones de euros por daños y perjuicios derivados de los retrasos acumulados.⁹² Areva, por su parte, ha contraatacado demandando a TVO por 2.000 millones de euros por posibles incumplimientos contractuales de la parte finlandesa.⁹³ Y Siemens, el otro miembro del consorcio constructor, ha decidido romper sus vínculos con Areva y le exige la recompra de su 34% por más de 2.000 millones de euros.⁹⁴ Todo lo cual coloca a Areva en una situación financiera muy delicada⁹⁵ en la que el gobierno francés, como socio mayoritario, no tendrá más remedio que responder, seguramente con una importante ampliación de capital, con una cesión de activos o con la fusión de esta empresa con otra que pueda enjuagar sus pérdidas.⁹⁶ El reciente nombramiento de un nuevo presidente del comité estatal de supervisión de Areva, con el mandato de investigar las cuentas de la empresa y ver si lo ocurrido en Olkiluoto podría repetirse en otros proyectos, supone un peligro para la continuidad de Anne Lauvergeon, la verdadera artífice de la última etapa de Areva, nacida en el 2001 de la fusión de Cogema y Framatone.⁹⁷

Además de las dificultades económicas, Areva tiene que enfrentarse a las reclamaciones del regulador finlandés, que ha mostrado su “gran preocupación” por el “diseño de los sistemas de control y seguridad” del nuevo reactor, supuestamente uno de los puntos

⁹⁰ “Finland’s symbol of resurrection becomes showcase for hassles, delays and cost-overruns”, Robert Anderson, *Financial Times*, noviembre de 2008 (<http://www.ft.com/cms/s/0/8fca40e6-a946-11dd-a19a-000077b07658.html>).

⁹¹ Areva 2008 Annual Results, press release

(http://www.areva.com/servlet/BlobProvider?blobcol=urluploadedfile&blobheader=application%2Fpdf&blobkey=id&blobable=Downloads&blobwhere=1235488433969&filename=CP_RN_2008_Version+anglaise.pdf).

⁹² “Finlande: TVO réclame 2,4 mds EUR à Areva et Siemens pour le retard de l’EPR”, *France Press*, 28/I/2009.

⁹³ “Areva en Appelle à un Arbitrage sur son Chantier Nucléaire Finlandais”, Jean-Michel Bezat, *Le Monde*, 21/XII/2008.

⁹⁴ “Siemens to Pull Out of Areva Nuclear Venture”, Peggy Hollinger y Daniel Schäffer, *Financial Times*, 23/I/2009 (<http://www.ft.com/cms/s/0/416aedbc-e93b-11dd-9535-0000779fd2ac.html>).

⁹⁵ “L’Etat met Anne Lauvergeon, présidente du directoire d’Areva, sous pression”, *Les Echos*, 30/I/2009. La representación estatal en Areva no aprobó el presupuesto de 2009 y ha establecido un comité de supervisión extraordinario mientras encuentran la forma de realizar una ampliación de capital estatal. “Areva chairman quits and adds to troubles at nuclear group”, Terry Macalister, *The Guardian*, 4/IV/2009 (<http://www.guardian.co.uk/business/2009/apr/04/areva-nuclear-group-chairman>).

⁹⁶ “Du Changement au Capital d’Areva”, *Le Journal de Dimanche*, 12/III/2009

(http://www.lejdd.fr/cmc/scanner/economie/200911/du-changement-au-capital-d-areva_194019.html).

⁹⁷ “Power Struggle: Will Anne Lauvergeon keep her job as boss of Areva?”, *The Economist*, 7/V/2009 (http://www.economist.com/people/displaystory.cfm?story_id=13610113).

fuertes de la nueva generación de EPR. En una carta dirigida a la presidenta de Areva, Jukka Laaksonen, director general del regulador nuclear finlandés, ha llegado a decir que “sin un diseño adecuado que cumpla con los principios básicos de la seguridad nuclear... no veo posible aprobar la instalación de estos importantes sistemas. Lo cual significaría la paralización de la construcción”.⁹⁸ Este cúmulo de contrariedades, ha llevado a un asesor del primer ministro finlandés para el cambio climático a confesar que “nos concentraremos tanto en la nuclear que perdemos de vista todo lo demás... y la nuclear nos ha fallado. Ha resultado ser una costosa apuesta para Finlandia y para el planeta”.⁹⁹

En suma, la experiencia finlandesa no parece que sea de las que vayan a animar a otros países a adentrarse, por lo menos de momento, por la misma senda.¹⁰⁰

Francia

Si decíamos que en EEUU la crisis del petróleo fue la causante del declive nuclear, Francia es el prototipo de todo lo contrario. Ya terminada la Segunda Guerra Mundial, Francia no aceptó renunciar a la *force de frappe* ni colocarse bajo el paraguas nuclear norteamericano, y construyó una primera generación de reactores productores de plutonio militar de los cuales Vandellós I fue uno de sus últimos ejemplares reconvertidos a generadores eléctricos. Por motivos que no vienen al caso, la cuestión nuclear pasó a formar parte de la identidad nacional francesa, consiguiendo un amplio respaldo social bajo la bandera de *le rayonnement de la France*.¹⁰¹ En plena crisis del petróleo de 1973, y bajo el eslogan de “sin petróleo, sin gas, sin carbón, sin alternativa”, se puso en marcha toda la maquinaria estatal por medio de un sector eléctrico y nuclear nacionalizado, que hoy incluye a EDF y a Areva, y que Sarkozy pretende convertir en pieza clave de la presencia internacional francesa.

Francia es hoy el país más nuclearizado del mundo, con un 77% de electricidad nuclear (que, sin embargo, representa sólo el 16% de su consumo de energía final), sin que esta estrategia le haya reportado ventajas significativas ni en el coste de la electricidad, ni en la competitividad de sus industrias, ni en su grado de dependencia energética.¹⁰² Y está por ver si la frenética actividad de Sarkozy, firmando acuerdos de principio con múltiples

⁹⁸ “Safety Threat to Planned Nuclear Power Stations”, Geoffrey Lean, *The Independent*, 10/V/2009 (<http://www.independent.co.uk/environment/green-living/safety-threat-to-planned-nuclear-power-stations-1682293.html>), “UK Nuclear Hopeful Areva Attacked on Safety”, Terry Macalister, *The Guardian & The Observer*, 10/V/2009 (<http://www.guardian.co.uk/business/2009/may/10/nuclear-reactor-safety-concerns-areva>), y “Leaked Olkiluoto Letter”, *Nuclear Engineering International*, 11/V/2009 (<http://www.neimagazine.com/story.asp?sectionCode=132&storyCode=2052909>).

⁹⁹ “Bad Reactors: Rethinking your opposition to nuclear power? Rethink again”, Marian Blake, *Washington Monthly*, enero de 2009 (<http://www.washingtonmonthly.com/features/2009/0901.blake.html>).

¹⁰⁰ “In Finland, Nuclear Renaissance Runs into Trouble”, James Kanter, *New York Times*, 29/V/2009 (<http://www.nytimes.com/2009/05/29/business/energy-environment/29nuke.html>).

¹⁰¹ Véase, por ejemplo, *Le Rayonnement de la France: Énergie nucléaire et identité nationale après la seconde guerre mondiale*, Gabrielle Hecht, Editions la Découverte, 2004.

¹⁰² “Nuclear Power in France: Beyond the Myth”, Mycle Schneider, diciembre de 2008 (http://www.greensfa.org/cms/topics/dokbin/258/258614.beyond_the_myth@en.pdf).

países, se materializará o no en contratos, cosa que por el momento no ha ocurrido. Aparte del fiasco finlandés, parece que Francia sólo está logrando venderse reactores a sí misma, ya sea a EDF, a sus filiales, o a Gas de France-Suez, o quizás a Total. Algo por lo demás obligado, si quiere mantener a Areva en liza a la espera de que se materialicen los pedidos del tan ansiado renacimiento nuclear global. Mientras tanto, también a EDF se le complica toda su estrategia nuclear internacional, tanto en el Reino Unido como en EEUU por la crisis financiera internacional.¹⁰³

Con 59 reactores nucleares que representan el 55% de su parque de centrales de generación, Francia tiene hoy una gran excedente de capacidad, probablemente consecuencia de errores de previsión de demanda,¹⁰⁴ que utiliza para exportar electricidad a países vecinos a bajo precio. Su pico de consumo es de 86 GWe en invierno y tiene una capacidad instalada de 116 GWe. Este excedente ha estimulado la utilización ineficiente de electricidad para calefacción y agua caliente, y a pesar de dedicar el equivalente a 12 reactores nucleares a la exportación de electricidad, a menudo necesita importar electricidad para cubrir sus picos de demanda.

Con esta sobrecapacidad, y con un parque de reactores relativamente jóvenes, Francia no necesitaría construir ningún nuevo reactor durante muchos años. Sin embargo, está construyendo un reactor EPR en Flamanville y ha anunciado la construcción de una segunda unidad en Penly (en la que además de EDF participa también GDF Suez), y posiblemente una tercera, seguramente por una combinación de motivos. En primer lugar, porque pretende jugar un papel de liderazgo en el mercado mundial de una nueva generación de reactores y por tanto tiene que predicar con el ejemplo. En segundo lugar, para no perder la operatividad de su industria nuclear que eventualmente habrá de renovar todo su parque (téngase presente, por ejemplo, que el 40% de los operarios de operación y mantenimiento de EDF se retirarán antes del 2015). Y finalmente, para compensar la falta de pedidos internacionales a Areva, que ha incurrido, y tiene que seguir incurriendo, en enormes inversiones para mantenerse en liza en el mercado mundial.

La construcción del nuevo reactor EPR en Flamanville, sin embargo, tampoco está exenta de problemas. Desde los inicios, ha sufrido ya retrasos y un incremento de costes de más del 30%. Empresas como AcelorMittal, Air Liquide y Solvay que habían cerrado un contrato de suministro de electricidad con EDF para 24 años, a cambio de participar en el accionariado de la central, han visto como el coste del MWh, ligado al coste de la central, pasaba ya de los 46 euros/MWh prometidos inicialmente a los 54 euros/MWh recientemente revisados, advirtiéndoles además EDF que posiblemente se acerque

¹⁰³ "A EDF se le atragantan todos sus matrimonios nucleares", Javier Aldecoa, marzo de 2009 (<http://www.capitalnews.es/articulo.php?n=090317015656>).

¹⁰⁴ "The future of nuclear power in France, the EU and the world for the next century", Pierre Zaleski, University of Paris-Dauphine, febrero de 2005 (<http://www.dauphine.fr/cgemp/Publications/Articles/Zaleskifutureo%20nuclearpower.pdf>).

finalmente a los 60 euros/MWh. Al conocer estos datos, el presidente de FORTIA, la asociación española de industrias que son grandes consumidores de electricidad, ha manifestado que “tras conocer la situación de las futuras centrales en Francia y en Finlandia”, ya no se plantean participar en proyectos similares.¹⁰⁵

En suma, la situación nuclear francesa es especialmente atípica por cuanto responde a una apuesta política e industrial realizada décadas atrás por las más altas instancias del Estado francés –en la que nunca participó su parlamento–, que se mezcla con consideraciones militares y de identidad nacional, y que, por ello, la hacen difícilmente replicable en otros países. Francia no debe verse como un país que se plantea si opta o no por un futuro nuclear, sino como un país que ya tomó esta decisión años atrás; decisión que ahora pretende rentabilizar industrialmente, con perspectivas bastante inciertas, y que en caso de no conseguirlo se encontrará con la difícil perspectiva de enfrentarse a la sustitución de su enorme parque de reactores, y a los tremendos costes de desmantelamiento y tratamiento de residuos que EDF no parece haber provisionado en grado suficiente.

El Reino Unido

Así como la situación francesa no debe tomarse como representativa del futuro de la energía nuclear en otros países, lo que acabe ocurriendo en el Reino Unido sí puede servir de referencia para países menos comprometidos *a priori* con la opción nuclear.¹⁰⁶ A diferencia de Francia, la historia de la industria nuclear del Reino Unido ha sido hasta el momento la historia de un gran fracaso técnico, económico y político;¹⁰⁷ un fracaso que se pretende evitar ahora con una segunda ola de construcciones que, según dice el gobierno británico, tendrá que ser financiada por el sector privado, sin ayudas ni subvenciones.

De mantenerse estas premisas, el mercado británico puede dar la pauta de hasta qué punto la opción nuclear puede sobrevivir en un entorno competitivo. El primer ministro Gordon Brown opina que “la energía nuclear es una tecnología probada con éxito. Ha proporcionado al Reino Unido un suministro seguro de electricidad con bajas emisiones durante más de 50 años. Las nuevas plantas nucleares estarán mejor diseñadas y serán más eficientes que las antiguas. Hoy más que nunca, la energía nuclear tiene un papel que

¹⁰⁵ “Las nucleares participadas por la industria disparan sus costes”, Javier L. Noriega, *Cinco Días*, diciembre de 2008 (http://www.cincodias.com/articulo/empresas/nucleares-participadas-industria-disparan-costes/20081212cdscdiemp_16/cdsemp).

¹⁰⁶ “A Level Playing Field: Nuclear energy is about to face a major test in the UK”, Guy Chazan, *Wall Street Journal*, 30/VI/2008 (http://online.wsj.com/article/SB121432271512200201.html?mod=dist_smartbrief).

¹⁰⁷ Véase, por ejemplo, “The British Nuclear Industry: Status and Prospects”, Ian Davis, *Nuclear Energy Futures Paper* nº 4, Center for International Governance Innovation (http://www.igloo.org/community.igloo?r0=community&r0_script=/scripts/folder/view.script&r0_pathinfo=%2F7caf3d23-023d-494b-865b-84d143de9968%2FPublications%2Fresearch%2Fnucleare%2Ftest%2Fnef4&r0_output=xml) y “Voodoo Economics and the Doomed Nuclear Renaissance”, Paul Brown, Friends of the Earth, mayo de 2008 (http://www.foe.co.uk/resource/reports/voodoo_economics.pdf).

jugar en el *mix* energético británico".¹⁰⁸ Con este tipo de apoyo en las más altas instancias gubernamentales, la pelota está en el tejado de las eléctricas que tienen que decidirse a invertir.

El programa nuclear británico fue también hijo de la producción de plutonio militar mediante una primera generación de reactores de uso dual llamados Magnox. A finales de los 1950 las autoridades británicas decidieron desarrollar una nueva generación de reactores AGR totalmente distintos a los que eligieron el resto de países que resultaron ser un fracaso tecnológico absoluto. En los años 80, el gobierno de Margaret Thatcher planificó la construcción de 10 nuevos reactores, pero ya de tecnología estándar PWR, como medida de presión contra los sindicatos mineros, pero sólo llegó a construirse uno.

Por falta de atractivo para los inversores privados, los reactores nucleares fueron segregados del resto del sector eléctrico y se mantuvieron en el sector público en la primera ola de privatizaciones de 1989, aunque finalmente fueron privatizados en 1996, bajo en nombre de *British Energy*, excluyendo sin embargo los reactores Magnox y las plantas de reprocesado de combustible que seguían siendo muy deficitarios. A comienzos de 2000, *British Energy* no pudo competir en el mercado eléctrico liberalizado y tuvo que ser de nuevo rescatada por el gobierno británico.¹⁰⁹ En el año 2004 se segregaron de *British Energy* todos los pasivos derivados del desmantelamiento de sus plantas y de los residuos generados, constituyéndose la *Nuclear Decommissioning Authority* que está encargada de desmantelar el viejo parque de reactores y de plantas de combustible en un proyecto de 125 años de duración y con un coste estimado de más de 100.000 millones de euros. En su momento no se provisionaron estos costes ni se cargaron a la tarifa y por tanto tendrán que ser ahora satisfechos con cargo al erario público.¹¹⁰

British Energy quedó reducida a ocho centrales nucleares y su mayor activo posiblemente sean los emplazamientos en los que se plantea la construcción de la nueva generación de reactores junto a los antiguos. En septiembre de 2008, EDF compró *British Energy* y plantea la posible construcción de cuatro reactores EPR y la venta del resto de emplazamientos para que otras empresas puedan también construir reactores adicionales.

La situación del sector eléctrico británico es bastante comprometida, por cuanto cerca de una tercera parte de toda su capacidad de generación deberá ser sustituida en los próximos 20 años (nuclear y carbón, fundamentalmente). En la Figura 9 puede observarse

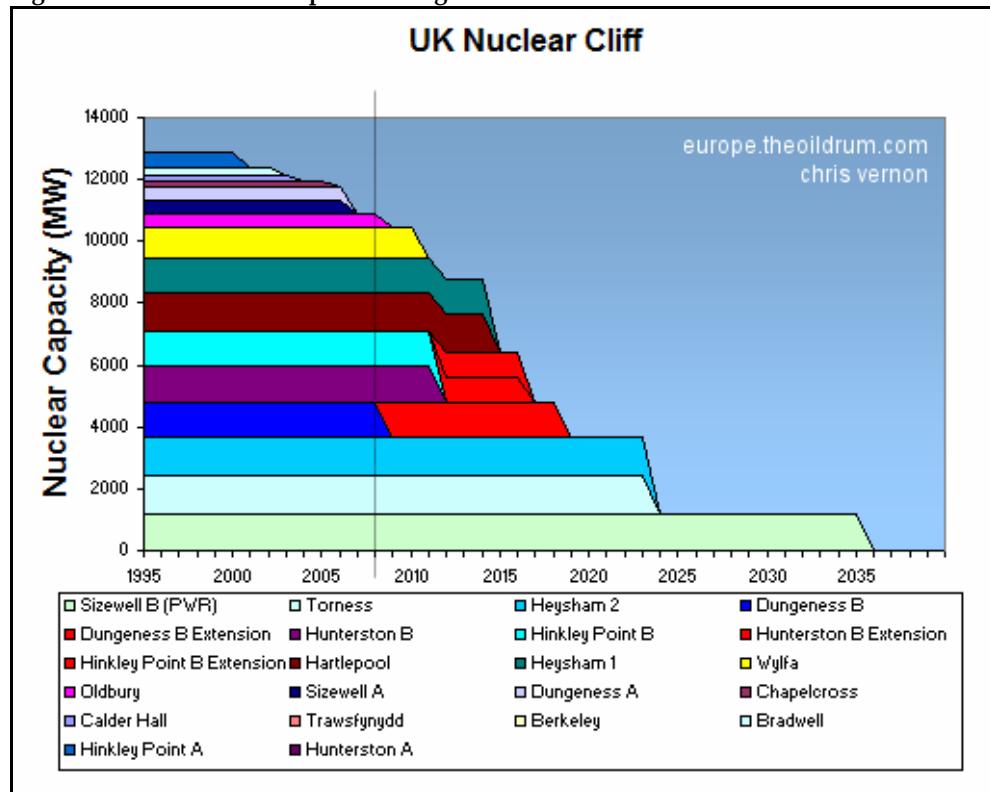
¹⁰⁸ "Meeting the Energy Challenge: A White Paper on Nuclear Power", prefacio de Gordon Brown, enero de 2008 (<http://nuclearpower2007.direct.gov.uk/docs/WhitePaper.pdf>).

¹⁰⁹ Una excelente historia del proceso de liberalización del sector eléctrico británico y del papel que jugó el sector nuclear en esta liberalización es *Energy, the State and the Market: British Energy Policy since 1979*, Dieter Helm, revised edition, Oxford University Press, 2003.

¹¹⁰ *Nukenomics: The commercialization of Britain's nuclear industry*, Ian Jackson, Nuclear Engineering International Special Publications, 2008 (<http://www.amazon.co.uk/Nukenomics-commercialisation-Britains-nuclear-industry/dp/1903077559>).

que incluso alargando la vida de las tres mejores centrales nucleares, alrededor de 2015 tendrá lugar una caída muy importante de la capacidad nuclear que puede poner en peligro el suministro eléctrico si no se compensa de alguna otra forma.

Figura 9. Evolución de la capacidad de generación nuclear en el Reino Unido sin nuevas construcciones



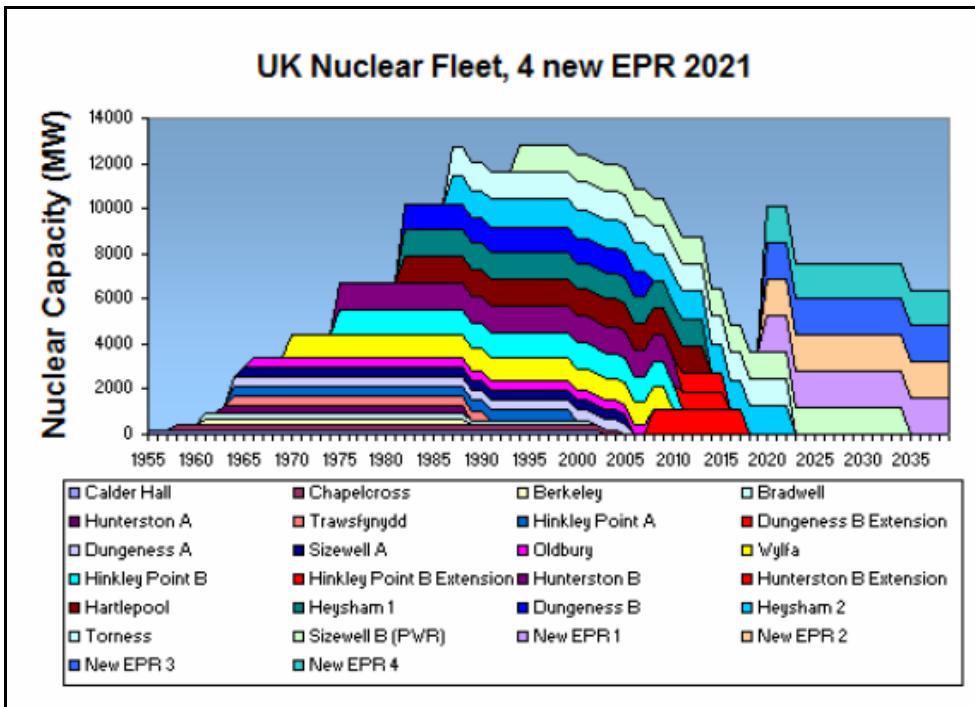
Fuente: Nuclear Britain, The Oil Drum Europe.¹¹¹

Dados los plazos de construcción y los cuellos de botella actuales, no parece factible que EDF pueda construir cuatro reactores EPR para que entren en producción antes del 2015, máxime cuando no hay todavía planes concretos ni se ha cursado pedido alguno. Si suponemos, con una buena dosis de optimismo, que estos cuatro reactores puedan entrar en producción alrededor de 2020, tendríamos la situación indicada en la Figura 9, con un déficit significativo de capacidad de generación entre 2015 y 2020 que seguramente sólo sería subsanable alargando la vida de algunas centrales que, sin embargo, tienen un nivel de disponibilidad bastante reducido, o bien construyendo rápidamente centrales de gas como ya se apunta;¹¹² una solución a todas luces paradójica. Como puede verse en la Figura 10, para recuperar la producción nuclear actual, además de los cuatro reactores que EDF ha dicho que quiere construir, harían falta otros tantos para alcanzar a partir del 2030 la capacidad nuclear que se tenía en los años 90.

¹¹¹ Nuclear Britain, Chris Vernon, The Oil Drum Europe, enero de 2008 (<http://europe.theoildrum.com/node/3486>).

¹¹² "All-clear for nuclear plants 'too late to plug power gap'", Robin Pagnamenta, *The Times*, 16/IV/2009 (http://business.timesonline.co.uk/tol/business/industry_sectors/utilities/article6101502.ece).

Figura 10. Evolución de la capacidad de generación nuclear en el Reino Unido suponiendo que entran en funcionamiento cuatro EPR en 2021



Fuente: Nuclear Britain, The Oil Drum Europe.⁹³

El caso británico promete pues ser un verdadero test de la voluntad política y de la capacidad técnica y financiera de la industria nuclear y de las empresas eléctricas europeas, no ya para resolver el problema energético global, sino simplemente para recuperar los niveles de producción nuclear del pasado. Lo que acontezca en los próximos años en este mercado puede ser un buen adelanto del futuro de la opción nuclear, por lo menos a nivel europeo.¹¹³

Una de las cuestiones que está por ver es hasta dónde quiere y puede llegar un gobierno europeo sujeto al marco regulatorio de UE en su interés por promover la energía nuclear en su país. En contra de lo afirmado en repetidas ocasiones por el secretario de Estado para la Energía y el Cambio Climático británico, Ed Miliband, acerca de la política británica de no subvencionar las nuevas construcciones nucleares, EDF ha advertido que sin una política energética que garantice el mantenimiento de determinadas penalizaciones para las emisiones de CO₂ y que limite el despliegue de energía eólica, no van a construir nuevas centrales en el Reino Unido: "Hemos de tomar la decisión definitiva de inversión en el 2011, y para que sea positiva es necesario que se den las condiciones adecuadas", ha advertido Vincent de Rivaz, máximo responsable de la subsidiaria británica de EDF; añadiendo que "no vamos a generar electricidad

¹¹³ "Can nuclear power plants be built in Britain without public subsidies and guarantees?", Steve Thomas, marzo de 2008 (www.psiru.org/reports/2008-03-E-nuclearsubsidies.doc).

descarbonizada sin una señal adecuada en los precios de las emisiones".¹¹⁴ Esta posición contrasta con la expresada por E.ON cuando el gobierno británico decidió apostar por una nueva generación de centrales nucleares. Según dijo E.ON en aquella ocasión, "para que las nuevas centrales nucleares resulten económicas no se requerirán subsidios gubernamentales ni garantías sobre el precio a largo plazo de las emisiones de carbono".¹¹⁵

Si el gobierno británico decide proporcionar los apoyos públicos necesarios para que tengan lugar las nuevas construcciones, la política nuclear británica habrá cerrado el círculo. La privatización puso de manifiesto los elevados costes de operación de las centrales y de gestión de los residuos, y una vez privatizada *British Energy* fue incapaz de competir en el mercado financiando al mismo tiempo sus enormes pasivos. Los mercados liberalizados han rechazado una y otra vez las nuevas construcciones. Si a pesar de ello el gobierno británico sigue proporcionando ayudas e incentivos hasta hacerlas viables, tendrá que aceptar que abandona su largo compromiso con el mercado y la liberalización, y que el desarrollo de la energía nuclear es incompatible con un mercado de generación en competencia.¹¹⁶

El futuro del parque nuclear español

Como hemos visto, y por múltiples razones, no parece probable que pueda renovarse el parque nuclear mundial en las próximas décadas, y mucho menos que vaya a materializarse un nuevo ciclo inversor nuclear que pueda contribuir significativamente a reducir las emisiones de CO₂. Por tanto, de las dos opciones de futuro que desde el punto de vista de política pública señalaba el MIT en su informe –o una expansión a gran escala, o la planificación del cierre de las centrales actuales antes de mediados de siglo– la segunda de las opciones parece hoy por hoy bastante más probable que la primera.

La aplicación del principio de precaución aconseja por tanto prever que no sea posible renovar el parque nuclear, ni tampoco aconsejable alargar la vida de las centrales actuales mucho más allá de sus vidas útiles de diseño; y sugiere planificar, en consecuencia, su sustitución por otras tecnologías de generación, con un importante componente de fuentes renovables. En caso contrario, podríamos encontrarnos con lo que les ha ocurrido a EEUU y al Reino Unido que al no haber previsto esta circunstancia con suficiente antelación, se han visto obligados a hacer de la necesidad virtud, prolongando la vida de sus centrales mucho más allá de lo previsto, y seguramente de lo prudente y aconsejable.

¹¹⁴ "Lack of support threatens future of UK nuclear power, EDF warns", Ed Crooks, *Financial Times*, 26/V/2009 (<http://www.ft.com/cms/s/0/087349e8-498d-11de-9e19-00144feabdc0.html>).

¹¹⁵ "E.ON Welcomes New Nuclear to UK Power Mix", nota de prensa de E.ON UK, 10/I/2008 (<http://pressreleases.eon-uk.com/blogs/eonukpressreleases/archive/2008/01/10/1165.aspx>).

¹¹⁶ Véase en este sentido, *The Political Economy of Sustainable Energy*, Catherine Mitchell, Palgrave Macmillan, 2008 (http://www.amazon.co.uk/Political-Economy-Sustainable-Climate-Environment/dp/0230537111/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1242661384&sr=8-1).

Con una política de alargamiento de las vidas de las centrales más allá de los 40 años se corren varios riesgos. El primero de ellos es la posibilidad de un accidente grave en cualquiera de esas centrales, sea en el país que sea; accidente que inmediatamente aconsejaría clausurar todas centrales de diseño o edad similar, con la consiguiente pérdida brusca de una gran capacidad de generación que podría causar serios déficits de suministro en muchos países. En segundo lugar, es probable que incluso sin llegar al extremo de accidentes graves, con el paso del tiempo vaya disminuyendo la disponibilidad de estas centrales por repetidos incidentes, lo cual de nuevo podría suponer problemas recurrentes de suministro. Además, el mantenimiento de una importante capacidad nuclear dificulta la penetración de fuentes renovables en el *mix* de generación, entorpeciendo la necesaria transformación del sistema eléctrico.¹¹⁷

Horizonte de decisión: 2020

No es previsible que la incertidumbre acerca del futuro de la opción nuclear se despeje antes de 2020, por cuanto será alrededor de esta fecha cuando se conocerán los resultados de los primeros planes de renovación de centrales en EEUU (quizá cuatro o cinco centrales), en el Reino Unido (quizá cuatro centrales) y también en Francia (quizá dos o tres reactores EPR). Además, se tendrá también más experiencia en el funcionamiento de las centrales a las que se haya prolongado su vida.

Como puede observarse en la Tabla 1, casi todo el parque español –a excepción de Garoña que está a punto de cumplir los 40 años– ha superado la mitad de su vida de diseño, pero queda tiempo suficiente para planificar su eventual sustitución de una forma ordenada; siempre y cuando se avance decididamente en el despliegue de fuentes de generación renovable alternativas, y en sistemas de almacenamiento energético y de gestión de la demanda. De hecho, según el Foro Nuclear, UNESA “no ve huecos claros [para inversiones nucleares] antes del 2020-2022” por los planes aprobados de gas y renovables.¹¹⁸

¹¹⁷ *New Nuclear Power: Implications for a Sustainable Energy System*, Catherine Mitchell y Bridget Woodman, Warwick Business School, 2006 (<http://www.allianceforrenewableenergy.org/files/new-nuclear-power.pdf>).

¹¹⁸ *Análisis Económico de un Proyecto de Ampliación de la Producción Eléctrica Nuclear en España*, Santos M. Ruesga, Foro Nuclear, enero de 2008, nota 13 al pie de la p. 35 (http://www.foronuclear.org/pdf/Analisis_economico_proyecto_construccion_nuevas_centrales_nucleares.pdf).

Tabla 1. Licencias y edad de las centrales nucleares españolas

CENTRAL NUCLEAR	FECHA DE AUTORIZACIÓN ACTUAL	PLAZO DE VALIDEZ	FECHA DE PRÓXIMA RENOVACIÓN	CUMPLEN 40 AÑOS
Santa María de Garoña	5/07/1999	10 años	julio 2009	mayo 2011
Almaraz I	8/06/2000	10 años	junio 2010	mayo 2021
Almaraz II	8/06/2000	10 años	junio 2010	octubre 2023
Ascó I	1/10/2001	10 años	octubre 2011	diciembre 2024
Ascó II	1/10/2001	10 años	octubre 2011	marzo 2026
Cofrentes	19/03/2001	10 años	marzo 2011	marzo 2025
Vandellós II	14/07/2000	10 años	julio 2010	marzo 2028
Trillo	16/11/2004	10 años	noviembre 2014	agosto 2028

Por consiguiente, sea cual sea el futuro global del sector nuclear, la mejor opción en cuanto a las nuevas construcciones pasa en estos momentos, y en nuestro caso, por una estrategia de *wait-and-see*, al tiempo que planificamos la sustitución del parque actual al término de su vida de diseño por un *mix* de renovables y gas natural.

En efecto, alrededor de 2020 sabremos ya si la nueva generación de reactores cuya construcción está anunciada en EEUU y en el Reino Unido ha cubierto las expectativas, y si con la experiencia de esta primera hornada de unos pocos reactores, la industria nuclear estará o no en situación de acometer despliegues más masivos habiendo resuelto sus principales problemas. Y sabremos también si la prolongación de las vidas útiles de las actuales centrales estadounidenses se ha realizado sin excesivos problemas.

Si la situación internacional a 2020 fuera en principio favorable a la opción nuclear, probablemente fuera aconsejable prolongar la vida de algunas de las centrales actuales más allá de su vida de diseño, mientras se construye la nueva generación que habría de sustituirlas, empleando la capacidad renovable construida para substituir el carbón. De esta forma, a partir de 2030 podríamos tener un sistema eléctrico de bajas emisiones a base de renovables, nuclear y gas natural, que podría descarbonizarse por completo antes de mediados de siglo substituyendo gradualmente el gas por una combinación de renovables y nuclear.

Si por el contrario, como parece hoy lo más probable, la primera hornada de nuevos reactores no cubre las expectativas y siguen sin resolverse los problemas básicos, no habrá más remedio que planificar el cierre de las actuales centrales y la sustitución de la generación nuclear por un sistema totalmente renovable en el horizonte 2050. En este escenario, y suponiendo que, como hemos dicho, en los próximos 10 años se avanza suficientemente en un despliegue de generación renovable equivalente a la producción nuclear actual, podríamos substituir las actuales centrales nucleares al término de sus vidas útiles por renovables con almacenamiento. Ello obligaría, sin embargo, a mantener

todavía una componente importante de gas natural en el *mix* de generación, en especial para substituir el carbón. Si la experiencia de otros países en el alargamiento de las vidas de las actuales centrales fuera positiva, podríamos contemplar también en este escenario la posibilidad de alargamiento, para así reducir aún más las emisiones en el proceso de transición hacia un sistema totalmente descarbonizado para el año 2050.

El caso de Garoña

La estrategia de *wait-and-see* y de sustitución por renovables arriba apuntada aconseja en el caso de Garoña el cierre de la misma al término de su actual licencia de operación, o dentro de dos años, cuando cumpla los 40 años de operación.

Después de la clausura de Vandellòs I y de Zorita, Garoña es la última central de la primera generación que está operativa en España. Su diseño es de los años 60 y se conectó a la red en 1971. En realidad, puede considerarse casi un prototipo pues su fabricante, *General Electric*, cambió varias veces de diseño en los años posteriores. A lo largo de su vida ha tenido problemas de agrietamiento de algunas piezas importantes de la vasija del reactor por corrosión, habiéndose producido estos problemas de forma recurrente y continuada a lo largo de sus 38 años de operación, sin que haya sido posible detener un proceso que sólo cabe interpretar como de envejecimiento prematuro. En los últimos meses y después de la última recarga ha tenido varios sucesos notificables y parece que el último de ellos puede haber comportado la rotura de algún elemento de combustible, con el consiguiente aumento de la radioactividad del circuito primario que ha obligado a operarla varios días a media potencia.

Garoña tiene una potencia nominal de 460 MWe, sobre un total de 7.700 MWe del parque nuclear español. Su producción supuso el año pasado el 1,43% del total de generación neta del sistema eléctrico español. Su clausura no tendría por tanto consecuencias para la cobertura de la demanda eléctrica española. A título de ejemplo, el año pasado España exportó el equivalente al triple de la electricidad producida por Garoña. Sólo el incremento del parque de energías renovables entre 2006 y 2007 supuso el doble de producción de Garoña este mismo año. De hecho, algunas de las opiniones contrarias al cierre de esta central no se basan en el impacto que pueda tener en el sistema eléctrico español, sino que lo ven como “un símbolo” por el mensaje negativo que supuestamente se daría acerca del futuro del resto del parque nuclear.¹¹⁹

Podemos, sin embargo, considerar que el esfuerzo que hemos realizado en los últimos años en el despliegue de renovables compensa con creces la clausura de Garoña, y que la prolongación de su vida útil supondría asumir unos riesgos de seguridad del todo innecesarios. Su efecto sobre los costes mayoristas de generación no son en absoluto

¹¹⁹ Endesa alerta de la repercusión que puede tener cerrar la nuclear de Garoña, noticias del Foro Nuclear, 14/V/2009 (http://www.foronuclear.org/detalle_actualidad.jsp?id=1573) y “Encetat el debat de l’energia”, *El Punt*, 12/IV/2009 (<http://www.elpunt.cat/tarragona/article/-/11-mediamrbient/36313-encetant-el-debat-de-lenergia.html?tmpl=component&print=1&page=1>).

significativos, y el posible incremento de emisiones que pueda suponer su sustitución por generación de gas en determinados períodos horarios se verá compensado con creces por los incrementos ya previstos del parque renovable.¹²⁰

Por todo ello, parece aconsejable la no renovación de la licencia de operación de Garoña como primera materialización de la estrategia de sustitución de capacidad nuclear por electricidad renovable al término de las vidas de los reactores, tras haber acometido a tiempo el despliegue de energías renovables. Una estrategia que, como hemos dicho, hemos de seguir aplicando en relación al resto del parque nuclear, en previsión de su eventual clausura sin sustitución – posible, conveniente o forzada – después de haber agotado su vida útil.

A modo de conclusión: un reto a los partidarios de la opción nuclear

Ninguna de las condiciones establecidas en el informe del MIT para salvaguardar la opción nuclear va camino de hacerse realidad, sino que, por el contrario, la probabilidad de que ello suceda es, según sus propios autores, menor hoy que hace cinco años. Ni siquiera parece probable que podamos sustituir el parque nuclear actual antes de que tenga que ser clausurado a mediados de siglo. Estamos pues ante un gran interrogante de incierto desenlace, y la probabilidad de que el tan anunciado renacimiento nuclear acabe por no materializarse en grado significativo no es nada desdeñable. En aplicación del Principio de Precaución, deberíamos por tanto ir pensando en la posibilidad de que no pudiéramos contar con la energía nuclear ni para compensar el declive de los combustibles fósiles, ni para mitigar el cambio climático, ni para cubrir grandes incrementos de demanda, y que es posible que tengamos que ir sustituyendo la generación nuclear actual por otras fuentes antes de mediados de siglo, cuando las centrales construidas en los años 70 y 80 vayan llegando al fin de sus vidas.

Las limitaciones físicas de la energía nuclear

Como explica Joseph Romm,¹²¹ miembro del Departamento de Energía de EEUU durante la Administración Clinton, ello es debido a una miríada de limitaciones físicas y económicas que restringen su crecimiento, especialmente en el corto y medio plazo. Entre ellas:

- Unos costes de construcción y de capital prohibitivamente elevados y escalando.
- Cuellos de botella en la producción de componentes clave de los reactores.
- Períodos de construcción muy dilatados.
- Dudas sobre las reservas de uranio y dependencia de unos pocos países.

¹²⁰ La inflexibilidad de las nucleares, por ejemplo, obliga en ocasiones a desperdiciar energía eólica. Véase “La fuerte caída de la demanda de luz obliga a parar los parques eólicos”, *Expansión*, 18/V/2009 (<http://www.expansion.com/2009/05/17/empresas/energia/1242590480.html>).

¹²¹ “The Self-Limiting Future of Nuclear Power”, Joe Romm, Center for American Progress Action Fund, junio de 2008 (http://www.americanprogressaction.org/issues/2008/pdf/nuclear_report.pdf).

-
- Falta de solución a la gestión y la seguridad de los residuos.
 - Necesidad de agua en un entorno de previsible escasez.
 - Costes muy elevados de la electricidad generada con nuevas centrales.

Si a estas dificultades añadimos que hemos entrando en un período que puede ser similar al que siguió a la crisis de 1973, e incluso más profundo y dilatado¹²² –con una posible repetición de la *stagflation* que dio al traste con la primera era nuclear,¹²³ y con un sistema financiero instalado en una tremenda crisis de liquidez–, cualquier intento serio de renacimiento nuclear a corto-medio plazo parece condenado a abortar prematuramente.¹²⁴

Pero aún en el supuesto de que estas dificultades fueran transitorias y llegaran a solventarse, la energía nuclear difícilmente podría aspirar a ser una de las “cuñas estabilizadoras” que Stephen Pacala y Robert Socolow de la universidad de Princeton han identificado para reducir, con cada cuña, en 1 GtC/año las emisiones dentro de 50 años,¹²⁵ y estabilizar, con siete de ellas, la concentración atmosférica de CO₂ por debajo de las 450 ppm. El *Keystone Center*, en un estudio financiado por la propia industria nuclear,¹²⁶ ha calculado qué es lo que haría falta para aportar una de estas cuñas estabilizadoras con energía nuclear:

- Construir una media de 14 centrales nuevas al año durante los próximos 50 años y aproximadamente 7,5 centrales más para sustituir el parque actual. En total, casi dos centrales al mes durante 50 años.
- Multiplicar por cinco la producción minera de uranio, o desarrollar e implantar una nueva generación de reactores *breeder* de plutonio o torio.
- Construir entre 11 y 22 plantas adicionales de enriquecimiento de uranio para complementar las 17 plantas existentes actualmente en el mundo, o bien las correspondientes plantas de reprocesado de combustible irradiado.
- Construir 18 instalaciones adicionales de fabricación de combustible nuclear, además de mantener las 17 existentes.

¹²² La caída de la demanda eléctrica, por ejemplo, ha sido ahora mucho más acusada que lo fue en los años 70 y es de prever que lo sean también las medidas de ahorro energético y de potenciación de renovables que se van a adoptar. Véase, por ejemplo, “Europe Feels a Certain Chill”, *World Nuclear News*, 13/V/2009 (http://www.world-nuclear-news.org/C_Europe_feels_a_certain_chill_1305091.html). Y para el caso español, véase “La demanda de electricidad sufre la mayor caída de su historia”, Conchi Lafraya, *La Vanguardia*, 11/V/2009 (<http://www.lavanguardia.es/premium/edicionimpresa/20090511/53700591663.html>).

¹²³ “Stagflation fears in eurozone rise”, Ralph Atkins, *Financial Times*, 23/VI/2008 (<http://www.ft.com/cms/s/0/e9b57e96-4185-11dd-9661-0000779fd2ac.html>).

¹²⁴ “Economy to slow US nuclear power growth: NRC head”, *Reuters*, Los Ángeles, 11/III/2009 (<http://uk.reuters.com/article/environmentNews/idUKTRE52A03120090311?sp=true>).

¹²⁵ “Stabilization Wedges: Solving the climate problem for the next 50 years with current technologies”, Stephen Pacala y Robert Socolow, *Science*, vol. 305, nº 55686, pp. 968-972, 13/VIII/2004 (<http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/305/5686/968>).

¹²⁶ “Nuclear Power Joint Fact-Finding”, The Keystone Center, junio de 2007 ([http://www.keystone.org/spp/documents/FinalReport_NJFF6_12_2007\(1\).pdf](http://www.keystone.org/spp/documents/FinalReport_NJFF6_12_2007(1).pdf)).

-
- Construir 10 almacenes geológicos profundos del tamaño de Yucca Mountain para almacenar el combustible gastado, o reprocesar todo el combustible irradiado y transmutarlo selectivamente.

Para empezar, pues, durante los próximos 40 años sería necesario construir 25 reactores al año a partir del año próximo; un ritmo nunca conseguido, ni siquiera en el punto más álgido de las construcciones nucleares de los años 1980, y que de ser posible se tardaría décadas en alcanzar.

Un reto que hoy por hoy se nos antoja de imposible cumplimiento, máxime teniendo en cuenta los cuellos de botella actuales para componentes críticos. En las últimas décadas de marasmo nuclear se ha reducido considerablemente el número de proveedores industriales homologados para construcciones nucleares y la formación de personal especializado. Sólo hay dos empresas en el mundo, por ejemplo, homologadas en la OCDE para construir las enormes vasijas metálicas de una sola pieza que requieren algunos reactores. Por ello, sorprende el optimismo con que se habla de un renacimiento nuclear sin haber tenido en cuenta el aspecto industrial del mismo. Los aumentos de capacidad industrial requeridos supondrían una apuesta por un crecimiento nuclear que pocas empresas parecen dispuestas a hacer. Son precisamente estas limitaciones en la capacidad industrial y también en los recursos humanos capacitados, unidas al incremento de precios en las materias primas, las que han provocado los enormes incrementos de costes en los pocos proyectos en curso.

Limitaciones de combustible y residuos...

La producción actual de uranio es otro de los obstáculos a un renacimiento nuclear ya que las minas en producción sólo aportan un 60% del uranio que consume el parque de reactores actual, proviniendo el resto de stocks militares y gubernamentales. Multiplicar por cinco la producción minera de uranio no sería fácil, máxime teniendo en cuenta que desde que se descubre un nuevo yacimiento hasta que éste se pone en producción transcurre un período que se mide en décadas y que, según el vicepresidente de minería de Areva, no puede reducirse.¹²⁷ Por otra parte, es muy probable que los nuevos descubrimientos se realicen en yacimientos más profundos que los actuales y con concentraciones menores, lo cual aumentaría las emisiones generadas en las minas y las consecuencias medioambientales en los países productores.¹²⁸ Un escenario que además de poner en cuestión el ahorro efectivo de emisiones de nuevo incrementaría los costes.

¹²⁷ En *Challenging or Easy? Natural uranium availability to fuel a nuclear renaissance*, Tim Gitzel, World Nuclear Association Annual Symposium 2005, el vicepresidente de minas de Areva cifra en 20 años el período necesario para poner en producción una mina de uranio (<http://world-nuclear.org/sym/2005/pdf/Gitzel.pdf>).

¹²⁸ *Sustainability of Uranium Mining and Milling: Toward Quantifying Resources and Eco-Efficiency*, Gavin Mudd y Mark Diesendorf, Environmental Science & Technology, nº 42, 2008 (<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es702249v>).

La posibilidad teórica de una nueva generación de reactores que pudieran funcionar con plutonio o torio (reactores *breeder* o reproductores), multiplicando así por un factor de cien el aprovechamiento energético del uranio natural, siempre ha estado presente en las discusiones sobre la escasez de combustible. Sin embargo, las experiencias con este tipo de reactores, como por ejemplo el *Superphénix* francés o el *Monju* japonés, han sido del todo desalentadoras, tanto por lo que hace a sus costes como por las dificultades de operación y seguridad de los mismos.¹²⁹

Por otro lado, la reutilización del combustible irradiado requiere complejas actividades de reprocesamiento electroquímico del combustible, con pocas perspectivas de éxito económico. Según el físico nuclear Frank N. von Hippel, ex-asesor científico de Clinton, y uno de los máximos expertos mundiales en la materia, el reprocesamiento del combustible irradiado en los actuales reactores tiene tres inconvenientes: (1) “extraer y procesar cuesta mucho más de lo que vale el nuevo combustible”; (2) “el reciclaje del plutonio sólo reduce mínimamente el volumen de residuos generados”; y (3) el plutonio separado puede ser utilizado en armamento nuclear, lo cual implica “elevados costes de seguridad hasta que vuelve a introducirse en un reactor”.¹³⁰

Reprocesar el combustible gastado por los reactores necesarios para cubrir una de las cuñas de Pacala y Scolow requeriría la construcción de unas 35 plantas de reprocesamiento, además de las cuatro actualmente en operación en Francia, Rusia y el Reino Unido. La última planta de reprocesamiento ha sido construida en Japón en un plazo de 15 años y con un coste de más de 20.000 millones de dólares que ha triplicado la estimación inicial.¹³¹ La planta THORP de reprocesamiento del Reino Unido tardó más de 25 años en entrar en funcionamiento¹³² y en la actualidad se encuentra clausurada por problemas de funcionamiento y seguridad,¹³³ habiendo sido objeto de escándalo político cuando Malcolm Wicks, el ministro de Energía británico, se vio obligado a reconocer que, desde que la planta inició sus actividades de producción de combustible MOX (mezcla de uranio y plutonio) en 2001, sólo ha producido 5,2 toneladas de combustible MOX, cuando la promesa era producir 120 toneladas anuales. Preguntado por las pérdidas que ello ocasionaba al erario público, el ministro las declaró “confidenciales por motivos comerciales”.¹³⁴ La planta francesa de reprocesamiento en La Hague¹³⁵ es la que tiene

¹²⁹ Para una historia de lo ocurrido con los reactores *breeder*, ver: *Plutonium End Game*, Arjun Makhijani, IEER, enero de 2001 (<http://www.ieer.org/reports/pu/peg.pdf>).

¹³⁰ “Nuclear Fuel Recycling: More Trouble than it’s Worth”, Frank von Hippel, *Scientific American*, abril de 2008 (<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=rethinking-nuclear-fuel-recycling>).

¹³¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Rokasho_Reprocessing_Plant.

¹³² http://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_Oxide_Reprocessing_Plant.

¹³³ “‘Shambolic’ Sellafield in crisis again after damning safety report”, Geoffrey Lean, *The Independent*, 3/II/2008 (<http://www.independent.co.uk/environment/green-living/shambolic-sellafield-in-crisis-again-after-damning-safety-report-777551.html>).

¹³⁴ “What a waste: dream of free energy turns into £3bn-a-year public bill”, Terry Macalister, *The Guardian*, 29/V/2008 (<http://www.guardian.co.uk/business/2008/may/29/britishenergygroupbusiness.nuclear1>).

¹³⁵ http://en.wikipedia.org/wiki/COGEMA_La_Hague_site.

mayor capacidad de producción del mundo y, sin embargo, tan sólo ha reciclado un 1% de los materiales recuperados como nuevo combustible. EDF, por ejemplo, tiene allí depositadas 12.000 toneladas de combustible irradiado, equivalentes a 10 años de capacidad de producción de la planta. Según el gobierno francés para que fuera económicamente rentable el reprocesamiento, la inversión y los costes operativos de una planta como la de La Hague deberían ser la mitad de los actuales, teniendo en cuenta que el reprocesamiento aumenta actualmente en un 85% los costes del ciclo de combustible.¹³⁶

El proyecto de reactores de IV Generación¹³⁷ pretende diseñar una nueva generación de reactores que superen estos problemas, pero, aun suponiendo que tenga éxito, no se prevé que ningún reactor de estas características pueda estar disponible en régimen comercial antes de mediados de siglo. Los presupuestos que se destinan a este proyecto son por el momento testimoniales¹³⁸ y provienen exclusivamente de fondos públicos, lo cual permite poner en duda la confianza de la industria y de los gobiernos sobre el futuro de la energía nuclear, incluso a largo plazo. Por otra parte, la iniciativa estadounidense de la *Global Nuclear Energy Partnership* (GNEP), que tenía por objeto desarrollar nuevas tecnologías de reprocesamiento más resistentes a la proliferación, ha sido también abandonada por la nueva administración Obama.¹³⁹

Los residuos seguirán pues siendo en las próximas décadas un grave problema que continuará sin solución. La paralización del almacén geológico de Yucca Mountain después de muchos años de estudios y evaluaciones, y de miles de millones de euros de gastos, deja en el aire cual puede ser la solución definitiva a este problema; un problema que por el momento se evade con almacenes temporales en las piscinas de los reactores o en contenedores secos en instalaciones construidas a tal efecto, ya sea en la propia central o en un almacén centralizado. Todo lo cual hace que mitigar el problema de las emisiones de CO₂ a costa de generar otro problema medioambiental intratable y para el que no divisamos solución alguna no puede considerarse en modo alguno una alternativa aceptable.

Desde los comienzos de la era nuclear hasta nuestros días se ha supuesto, basándose en cálculos y consideraciones técnicas elementales, que sería posible depositar fácilmente y de forma segura los residuos de alta actividad en formaciones geológicas profundas. Sin embargo, como se ha visto en el proyecto de Yucca Mountain y también en el caso alemán que estudia la utilización de formaciones salinas o en Francia con las pruebas en Bure,

¹³⁶ *Spent Nuclear Fuel Reprocessing in France*, Mycle Schneider & Yves Marignac, International Panel on Fissile Materials, abril de 2008 (<http://www.ipfm.library.org/rr04.pdf>).

¹³⁷ <http://www.gen-4.org/index.html>.

¹³⁸ El proyecto de presupuesto norteamericano del año 2010 sólo incluye 191 millones de dólares para la IV Generación (<http://www.cfo.doe.gov/budget/10budget/Content/Highlights/FY2010Highlights.pdf>).

¹³⁹ “Green focus in US energy budget”, *World Nuclear News*, 8/V/2009 (<http://www.world-nuclear-news.org/print.aspx?id=25192>).

estamos todavía lejos de establecer la seguridad y la viabilidad de un almacén geológico profundo en algún lugar del mundo.

Por todas estas razones, es muy difícil, por no decir imposible, que la energía nuclear pueda contribuir significativamente, y a tiempo, a la necesaria reducción de emisiones.¹⁴⁰ Dados los plazos que serían necesarios para reconstruir la industria nuclear y para desplegar un parque importante de reactores, y la urgente necesidad de reducir el crecimiento de las emisiones, debemos considerar prioritariamente otras fuentes de generación eléctrica no emisoras de CO₂ y que puedan desplegarse más rápidamente, más económicamente y con menores problemas colaterales.

Puede que en un futuro estén disponibles centrales de carbón con captura de emisiones, sin embargo, hoy por hoy es una pura especulación suponer que antes de mediados de siglo estará disponible comercialmente esta tecnología, y en condiciones de coste favorables. Las alternativas más plausibles son, por tanto, el ahorro y la eficiencia energética por un lado, para moderar los consumos en el lado de la demanda, y las energías renovables, sobretodo la eólica y la solar con almacenamiento, por el lado de la oferta.

... y un reto

Quienquiera que defienda seriamente la potenciación de la energía nuclear como estrategia de mitigación del cambio climático y de sustitución de los combustibles fósiles en la generación eléctrica, tiene la obligación de presentar un plan medianamente creíble para alcanzar los objetivos señalados por el *Keystone Center* y arriba explicitados; un plan que incluya una estimación de su coste, para posibilitar comparaciones del tipo coste-beneficio con otras opciones alternativas. En caso contrario, se trataría sólo de plantear pequeños incrementos de capacidad nuclear justificándolos por un ahorro de emisiones que en poco o nada contribuirían a resolver el problema global, mientras que se desviarían recursos y esfuerzos que sí podrían destinarse a otras soluciones posiblemente más eficientes.

Ninguno de los defensores de la opción nuclear ha aceptado, hoy por hoy, este reto y por tanto mientras no lo hagan inducen a pensar que el cambio climático y el declive de los combustibles fósiles no son más que cortinas de humo que se utilizan en un intento desesperado de mantener a flote una industria que hoy parece destinada a desaparecer.

Marcel Coderch Collell

Doctor ingeniero por el MIT, profesor honorífico de la UPC, miembro del Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de la Generalitat de Catalunya, secretario de la rama española de ASPO (Association for the Study of Peak Oil) y vicepresidente de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones

¹⁴⁰ Véase, por ejemplo, *Insurmountable Risks: The Dangers of Using Nuclear Power to Combat Global Climate Change*, Brice Smith, IEER Press, 2006 (<http://www.ieer.org/reports/insurmountablerisks/>).